Au. Cat. Ir. Cat.

PANTAGRAPH
BLOOMINGTON
ILLINOIS.
To duplicate this style binding order
No

575
9

LIBRARY OF
Illinois State
LABORATORY OF NATURAL HISTORY,
CHAMPAIGN, ILLINOIS.

39
1

Werden und Vergehen.

Keines verbleibt in derselben Gestalt, und Veränderung liebend
Schafft die Natur stets neu aus anderen andere Formen,
Und in der Weite der Welt geht nichts — das glaubt mir — verloren.
Wechsel und Tausch ist nur in der Form. Entstehen und Werden
Heißt nur anders als sonst anfangen zu sein, und Vergehen
Nicht mehr sein wie zuvor . . . . . .

Ovid's Metamorphosen, übersetzt von Reinhard Suchier, XV. 251—257.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

https://archive.org/details/werdenundvergehe00krau

Gebrüder Borntraeger, Berlin

Werden und Vergehen.

Eine Entwicklungsgeschichte des Naturganzen

in gemeinverständlicher Fassung

von

Carus Sterne.

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 450 Holzschnitten im Text und 25 Tafeln in Holzschnitt und Farbendruck.

Berlin, 1886.

Gebrüder Borntraeger.
Eduard Eggers.

Alle Rechte vorbehalten.

575
9
NHX (Prairie Lib.)

Seinem lieben Freunde

Ernst Haeckel

gewidmet.

Vorwort.

Was kann der Mensch im Leben mehr gewinnen,
Als daß sich Gott-Natur ihm offenbare?
Goethe.

Von den äußeren Formen abgesehen, lassen sich schon in ihrem Ursprunge drei Religionen oder Weltanschauungen unterscheiden. Die erste und älteste, in welcher Schleiermacher das Wesen aller Religion ausgedrückt glaubte, enthält die Schöpfung der unfreien, bedrückten und geistig armen Kindheitsvölker, deren Phantasie sich feindliche und freundliche, schadende und hilfreiche Gottheiten schuf, zunächst Vermenschlichungen der Naturgewalten, beladen mit allen nur erdenklichen menschlichen Schwächen.

Eine andere ist die Religion der Unbefriedigten, welche der menschlichen Wissens- und Könnens-Beschränktheit, ein an nichts, als an seinen Willen gebundenes, allmächtiges und allwissendes Wesen gegenüberstellen, die den Götzen der niedersten Stufe überragende Gottheit des Wunsches, deren allgemeine Verbreitung unter den gebildeteren Völkern Feuerbach nachgewiesen.

Wir fühlen aber, es giebt noch eine höhere und reinere Religionsübung, die nicht von menschlichen und irdischen Unvollkommenheiten ausgehend, auf deren Abstellung bedacht ist, und daher nur solchen Geistern angemessen sein wird, welche die Grenzen der Menschheit erkannt und, wie Goethe rieth, „im Ganzen resignirt" haben. Ich meine die keinen Vortheil suchende Erhebung über das Gemeine, zu welcher uns eine tief innerliche, ideale und doch zielloſe Anlage hintreibt: jenen Enthusiasmus, der uns zwingt, das Gute zu üben, das Schöne zu bewundern, das Erhabene zu verehren und der verborgenen Wahrheit nachzuspüren. Das war vorläufig nur die Religion der Dichter und Künstler, der Philosophen und Naturforscher, eine um so herrlichere Errungenschaft, je mehr sie sich frei machen konnte, von den zähllebigen Wahngebilden der Naturvölker und von der Gottheit des Wunsches, die dem Eigennutze ihre Entstehung dankt. Sie macht glücklich und selig wie

die andern Religionen, obwohl sie nur in Idealen lebt, und obwohl sie das Arbeiten und Forschen dem ruhigen Besitze materieller und ideeller Güter vorzieht. Das vornehmste Gesetz dieser Religion der Uneigennützigen ist innere Läuterung durch unablässiges Vorwärtsstreben, das Besterkannte gewollt zu haben, ihre höchste Genugthuung. Naturstudium und Kunstübung werden in ihr als Cultushandlungen betrachtet, Naturforscher und Künstler gelten als Priester der Gemeinde. Denn sie sind es, welche auf anfangs auseinandergehenden, nachher sich treffenden Wegen das Göttliche suchen.

Man hat die Naturforschung nur allzuoft als der Religiosität feindlich hingestellt. Aber sie ist nur dem Aberglauben, dem rohen Fetischdienst und den willkürlichen Menschensatzungen feindlich, nicht dem freien und reinen Enthusiasmus, in dem das Wesen wahrer Religiosität besteht und aus dem alles Große und Erhabene, was wir bewundern, hervorgegangen ist. Wie kein menschlicher Kirchenbau an überwältigender Macht dem Säulentempel des grünen Waldes, dem Sternenzelt, welches ruhig flimmernd das brausende Meer überspannt, gleichkommt, so darf sich keine der vielburchblätterten Offenbarungsschriften der verschiedenen Völker mit dem so vernachlässigten Buche der Natur vergleichen. Bei seinem Studium erst findet der Mensch sich selber wieder, indem er sich als oberstes Glied, als verschwindender und doch bedeutendster Theil eines ungeheuren Ganzen erkennt. Die Widersprüche spitzfindiger Lehrmeinungen hören auf ihn zu peinigen, die Vorurtheile der Gesellschaft, der Zwang der Willkürherrschaft verlassen ihn, er fühlt sich erleichtert und zum ersten Male wahrhaft frei, indem er sich den ewigen Naturgesetzen mit Bewußtsein unterordnet. Er findet Balsam für die Wunden, die er im Kampfe um's Dasein davongetragen und Trost für die Enttäuschungen des öffentlichen Lebens. Aber was ihn von Allem am meisten beglückt, ist die Entlastung seiner Vernunft, von den wie ein Alp sie quälenden Zweifeln.

Wer Gelegenheit gehabt hat, in das innere Leben der Menschen den Blick zu lenken, der wird gefunden haben, daß sich zuletzt doch Jeder seine eigene Religion zurechtmacht, daß Jeder sich sagt, soviel kannst du glauben, und mehr nicht, daß es mit einem Worte soviel Religionssysteme wie Köpfe in der Welt giebt. Das Bekenntniß der Naturforscher ist nun unter diesen vielen Weltanschauungen vielleicht das freieste, aber niemals jene rohe fanatische und blutgierige „Religion" so unzähliger „Frommen". Es ist nicht weniger weit entfernt von jenem krassen, die Genußsucht als oberstes Ziel predigenden Materialismus vieler Personen, die sich für Naturkundige ausgeben. Denn der wahre Naturforscher erkennt und verehrt mindestens ebenso innig, wie der sogenannte Gläubige, eine ewige und unendliche, in den Vernunftgrenzen allmächtige, immer fortwirkende, unter Umständen lohnende und strafende Macht, welche das Weltall regiert, und es darf als sehr gleichgiltig erscheinen, ob er ihren Namen mit vier Buchstaben schreibt, wie die meisten Völker der alten Welt, oder mit fünfen. Und auch darin wird er

von den klareren Anhängern des Offenbarungsglaubens nicht abweichen, daß er dieser ewigen, unendlichen und allgegenwärtigen Allmacht keine menschenähnliche Persönlichkeit, keine menschlichen Leidenschaften, wie Liebe und Haß, zuschreibt.

Wenn wir unser Auge zum nächtlichen Sternenhimmel emporheben, und in seinen Tiefen aufdämmernde Welten erblicken, deren Licht Jahrtausende braucht, um zu uns zu gelangen, wie klein erscheint uns da der Gedanke, daß diese Welten gleichsam wie Gaslaternen auf den Weg gestellt seien, von dem sie leuchten. Wie viel erhebender und gewaltiger ist nicht die Vorstellung, daß auch die Erde ehemals Theil eines leuchtenden Gestirns gewesen ist, welches, wie jene noch leuchtenden, von Ewigkeit mit der Fähigkeit begabt war, unter geeigneten äußeren Umständen Leben und sogar die höhere Form desselben, welche wir als bewußtes Leben unterscheiden, aus sich herauszubilden. Es giebt gedankenlose Geister in Menge, die das unbeschränkte Walten der Naturgesetze im Himmel und auf Erden zugeben, welche die freilich nicht zu läugnende Thatsache, daß die unvollkommneren Pflanzen und Thiere in strenger Stufenfolge den vollkommneren vorausgegangen sind, anerkennen, die so nachgiebig sind, daß sie selbst im gewöhnlichen Laufe der Dinge die Hand übernatürlicher Mächte aus dem Spiele lassen und sich mit Darwin'schen Grundanschauungen einverstanden erklären, aber an drei Punkten eine äußere Hilfe herbeirufen, nämlich hinsichtlich des ersten Ursprunges der Welt, des Lebens im Allgemeinen, und der menschlichen Seele im Besondern. Sogar mancher Naturforscher hat sich in Betreff dieser drei Punkte einer Fahnenflucht schuldig gemacht, ohne zu bedenken, daß er damit seinen Lebensberuf als kindliche Spielerei verurtheilte, und mancher Weisegeborene hat ihm dafür Beifall geklatscht, ohne zu ahnen, daß er nur einen Renegaten vor sich hatte. Denn der echte Naturforscher schwört seinen Glauben nicht so leicht ab, und ist im gewissen Sinne frömmer, als Jene, die ihren Gott nur zuweilen, nur bei besonders schwierigen Punkten in den Weltproceß eingreifen lassen. Er erblickt vielmehr in Allem, was geschieht, Aeußerungen der von ihm verehrten Allmacht, und glaubt, daß ihre Satzungen unabänderlich seien, daß einzig und allein diese Unabänderlichkeit die Mühe lohne, sie zu studiren.

Wem es zur innern Befriedigung dient, dieses einzig Unbewegliche, alles Bewegende, diese immerwährende Ursache, welche wir voraussetzen, aber nicht vollinhaltlich erfassen können, als immerthätige Gottheit zu denken und ihr persönliches Wirken in Allem zu erkennen, was geschieht, in dem Fallen des Steins, wie im Umschwung der Gestirne, der wird sich nie mit den Ergebnissen der Naturforschung in irgend einem Widerstreit befinden. Gegen eine solche folgerichtige Auffassung, die dann weiter folgern wird, daß die Schöpferkraft nach denselben Vernunftgesetzen, durch welche sie das Werk ihrer Kraft erhält, auch die Welt, das Leben, und das Selbstbewußtsein, um diese Begriffe stufenweise auseinander zu halten, erschaffen habe, hat kein Natur-

forscher etwas einzuwenden, denn sie ist völlig identisch mit seiner eigenen Herzensüberzeugung. Hier begegnet sich der innigste Bibelglaube, der kein Gras wachsen und keinen Sperling vom Dache fallen läßt, ohne Gottes Willen, mit dem des Naturforschers, und beide bekämpfen vereint nur die Gedankenlosigkeit, bald die anerkannte Allmacht wirken zu lassen und bald nicht. Zwischen den beiden Gottheitsbegriffen dieser im Wesentlichen einigen Verehrer besteht vielleicht nur der Unterschied, daß derjenige des Naturforschers größer und erhabener empfunden ist, befreit von allen Vermenschlichungen, als der reine Urquell alles Seins und Geschehens. Sonst ein Name mit kaum ausgedachtem Inhalt, wird er ihm ein wirklich Lebendiges, dessen Bewußtsein in ihm selber erwacht ist, erst in dunkler, entstellender Vermummung, dann allmälig klarer und reiner, aufsteigend zu dem vollkommenen Anschauen, in welchem die höchste Seligkeit erwartet wird. Wie Alles in der Welt, hat auch der Gottesbegriff seine Entwicklung und entspricht überall genau dem Grade des Erkennens, zu dem die Wissenschaft fortgeschritten ist.

Ursprünglich hinderte kein Studium den Menschen, zu glauben, die Welt sei mit Allem, was darauf lebt, in sechs Tagen fertig erschaffen worden. Nun sehen wir aber mit klaren Augen, daß die Weltentwicklung lange vor dem Erscheinen des Menschen durch unendliche Zeiträume fortgegangen ist, und Niemand wird heute mehr glauben wollen, sie sei vor ungefähr sechstausend Jahren mit allen ihren Schichten und Versteinerungen darin auf einmal fertig erschaffen worden. Oder sollen wir einen Augenblick diesem wahnwitzigen Schlusse folgen und uns fragen, welchen Zweck wohl nach dieser Anschauung die Erschaffung zahlloser Fossilien, deren Aufeinanderfolge so deutlich die Entwicklung zum Vollkommneren zeigt, gehabt haben könnte? Dem Gläubigen, der das Gewicht der paläontologischen Thatsachen begriffen hat, würden sich nur zwei Erklärungen bieten, von denen die eine noch unwürdiger wäre, als die andere. Er müßte nämlich entweder annehmen, die Fossilien seien Versuchsmodelle, um immer vollkommnere Organismen hervorzubringen, oder gar, sie seien mit Absicht in der bestimmten Stufenfolge dem Erdschooße einverleibt worden, um dadurch dermaleinst die Ungläubigen irre zu führen. Wie einst der Jesuit Athanasius Kircher künstliche Alterthümer vergrub, um einem eifrigen Archäologen dadurch einen Fallstrick zu legen, so sei der gewaltige Erdbau nichts als ein großartig angelegter Jesuiten-Betrug, um die Kinder der Weisheit zu Narren zu machen.

In der That, auf solche Irrwege würde der gequälte Menschengeist gedrängt werden, wenn er noch länger an der einfachen, natürlichsten Erklärung vorübergehen wollte, und doch die thatsächlichen Ergebnisse der Erd-Untersuchungen anerkennen müßte. Aber glücklicherweise kann er diese Thatsachen anerkennen, ohne die geringste seiner religiösen Empfindungen Preis zu geben, und dies ist der Punkt, auf welchem der große Brite als Versöhner und Vermittler

der verschiedensten Weltanschauungen gepriesen zu werden verdient, weil er die bedrückten Seelen erlöst, und ihnen den Weg zeigt, auf welchem sie, ohne unwahr gegen sich selbst zu werden, Ruhe und Frieden finden können. Seine Theorie ist eine Erklärung der Thatsachen, sie präjudicirt nichts und läßt Jedem seinen Glauben. Unbenommen bleibt es dem Bedürfnisse eines Jeden, sich an seinen, dem einfachsten Verstande einleuchtenden Entwicklungsgesetzen genügen zu lassen, oder sie als die Mittel und Wege zu betrachten, durch welche die Gottheit diese an Vollkommenheiten und Schönheiten, wie an Häßlichkeiten und Mängeln gleich reiche Schöpfung in's Dasein gerufen. Ja in Anbetracht der letzteren sollten wir Darwin nur um so eifriger dafür danken, daß wir durch seine Entwicklungstheorie von der höchst unwürdigen Vorstellung befreit worden sind, das höchste Wesen wie einen Töpfer oder Automaten-Drechsler betrachten zu müssen, der auch so vieles Häßliche und Schädliche gemacht habe, oder doch dessen Hervorbringung — wenn man sie einem Teufel in die Schuhe schieben will, — nicht verhindern konnte. In der Entwicklungstheorie finden auch die den Theologen so peinigenden schädlichen Wesen, die Schlangen, die Eingeweidewürmer, Mißgeburten und Gebrechen ihre wohlmotivirte Stelle, ohne daß man zu Teufelsspuk und dergleichen Verunglimpfungen einer höheren Religion seine Zuflucht zu nehmen braucht.

Der Gedanke einer mittelbaren Schöpfung der lebendigen Welt hat, wie er schon den Kirchenvätern geläufig war, nicht nur nichts das religiöse Gefühl beleidigendes, sondern vielmehr alle Aussicht, binnen Kurzem allgemein als die würdigste und erhabenste Auffassung des Schöpfungswerkes gepriesen zu werden. Vor hundert Jahren bereits nannte Erasmus Darwin, der in so vielen Richtungen der Vorkämpfer seines Enkels war, die schon ihm aufgegangene Idee, daß alle Dinge der Natur in einem Fortschritte zu immer größerer Vollkommenheit begriffen wären, „eine des Schöpfers aller Dinge angemessene", und in derselben Auffassung finden zahlreiche und namhafte darwinistische Forscher der Jetztzeit Erhebung und Befriedigung. Denjenigen, welche dieses Buch so heftig und an der öffentlichsten Stelle des Landes angegriffen haben, muß ich daher erwiedern, daß sie ihre Zeit und die religiösen Bedürfnisse ihrer Mitmenschen nicht verstehen. Ich halte es für die höchste Zeit, in Schule und Haus den Fortschritten der Naturwissenschaft Rechnung zu tragen, und den religiösen Unterricht auf einer dem naturwissenschaftlichen Unterricht entgegenkommenden Grundlage zu reformiren. Die Religion darf sich dem allgemeinen Entwicklungsgange der Menschheit nicht entziehen; als ein im Laufe der Zeiten gewordenes Lehrgebäude, muß auch sie der fortschreitenden Erkenntniß folgen und eine Form zu finden wissen, in welcher auch der mit der Bildung unserer Zeit genährte Mensch Erhebung und Trost finden kann.

Die Ueberzeugung, daß der Kern jeder Religion durch eine Reinigung von den Flecken des Aberglaubens unendlich gewinnen müsse, dürfte zwar heute ein Gemeingut der gebildeten Klassen sein, gleichwohl aber geschieht so

gut wie gar nichts, um diese Erkenntniß bei der Erziehung der Jugend und des Volkes zu verwerthen, und Niemand scheint einzusehen, daß hierin gradezu das dringendste Bedürfniß unseres Erziehungswesens liegt. Die Fortschritte der Naturwissenschaften haben uns in einem früher nie vorhandenen Maße die Unmöglichkeit und Widersinnigkeit einer Reihe von Phantasiegebilden dargethan, die in den religiösen Schriften — der Zeit ihrer Abfassung entsprechend, — als Thatsachen berichtet werden. Jede unserer mathematischen, astronomischen, physikalischen, chemischen, geologischen und biologischen Unterrichtsstunden, untergräbt ohne Aufenthalt und Schonung eine Anzahl der in ihr Bereich fallenden Wunder-Erzählungen, und es droht die Gefahr, daß mit jenen Aeußerlichkeiten, die das eigentliche Wesen der Religion gar nicht berühren, diese selbst dem Kinde unserer Zeit, zweifelhaft, ja lächerlich und verächtlich werden muß.

Am meisten unbegreiflich müssen bei dieser Sachlage jene Eiferer erscheinen, die noch heute in einer Betonung des starrsten Buchstabenglaubens die letzte Rettung der Gesellschaft sehen. Diese blinden Zeloten, welche nicht die leiseste Ahnung von dem Geiste und den Bedürfnissen ihrer Zeit haben, nehmen die schwerste Verantwortung auf sich, denn ihnen wird man den Löwenantheil der Schuld zuschreiben müssen, wenn binnen Kurzem die Gebildeten ganz aus der Kirche gedrängt, und damit den Gemeinden ihr bester Halt geraubt sein wird. Auch jenen entgegengesetzten Weg, den ein berühmter Gelehrter und Politiker wiederholt empfohlen hat, nämlich Religion und Wissenschaft ungestört nebeneinander fortbauen zu lassen, kann ich weder für besonders weise, noch für heilbringend halten. Denn es liegt ja auf der Hand, daß auf diesem Wege die Kluft zwischen den beiden Richtungen des Gemüths- und Verstandeslebens nur immer tiefer und zuletzt unüberbrückbar werden muß, bis endlich eine unheilbare Wunde im Volksgeiste entstanden sein wird. Die Ergebnisse der Forschung haben den Vorzug, mit unwiderstehlicher Gewalt zu überzeugen; sie lassen sich beweisen, während sich Dogmen oft nicht einmal wahrscheinlich machen lassen. Die Orthodoxie muß daneben nicht nur unfehlbar den Kürzeren ziehen, sondern der diesen einander vollkommen entgegengesetzten Zugkräften rathlos überlassene Mensch, wird fortdauernd hin- und hergezerrt, nirgends einen festen Halt für das Leben gewinnen können, ein Rohr im Winde, ohne Vertrauen weder auf sein Inneres noch auf daß Aeußere. Es ist das nur eine Wiederholung jenes frivolen Vorschlages eines berühmten Physiologen, daß sich der moderne Mensch der doppelten Buchhaltung der Kaufleute entsprechend ein doppeltes Gewissen anschaffen müsse. Viel schlimmer als der sogenannte Unglauben, der in der Regel nur ein Mangel an Buchstaben- und Dogmen-Glauben ist, und der, wie wir bei Voltaire, Strauß und Feuerbach gesehen haben, doch ein tief religiöses Fundament haben kann, erscheint die mit dem doppelten Gewissen empfohlene religiöse Gleichgiltigkeit. Denn Religion ist ein unentbehrliches Gut für Jeden, und glücklich mag derjenige sich preisen

der bei dem Mangel eines annehmbaren Vorbildes für unsre Zeit, in einer erhabenen Naturanschauung den Ersatz für wohlgemeinte, aber unsrer Zeit nicht mehr angemessene Phantasiegebilde zu finden vermag. Den wenigsten Menschen unserer Tage gelingt es, sich durch eine schwere Faustkrisis zu dieser höhern Religion aufzuschwingen, die meisten bleiben im bloßen Unglauben und Materialismus hängen, wenn sie den Aberglauben glücklich überwunden haben, und dies ist die Schuld des herrschenden Erziehungssystems, welches anstatt einer Erleichterung der so wie so unvermeidlichen Krisis, sie erschwert und ein gesundes Ueberstehen halb unmöglich macht. Viel richtiger als diejenigen, welche die Naturwissenschaften lehren, aber ihre Consequenzen verläugnen, handeln hierin die Ultramontanen, welche, indem sie die Naturwissenschaften unterdrücken, wenigstens das Mögliche — wenn auch in unserer Zeit der Buchdruckerkunst vergeblich — versuchen, der Jugend eine einheitliche Weltanschauung zu geben.

Der billig denkende Leser wird es einem vielfach Angegriffenen zu Gute halten, wenn er hier, vielleicht am ungeeigneten Orte, auf diese hochwichtige Tagesfrage mit einigen Worten eingegangen ist. Derselbe bestreitet entschieden, daß die Entwicklungslehre der wahren Religiosität feindlich sei, und findet in ihr keinen so bedenklichen Satz, daß er nicht auch der reiferen Jugend vorgelegt werden könnte. Der den meisten Leuten fürchterlichste Punkt, die Verwandtschaft des Menschen mit den Thieren, ist sogar, wie der Leser aus dem Motto auf Seite 571 entnehmen kann, von einem der frömmsten und reinsten Geister aller Zeiten, von Blaise Paskal geradezu als höchst werthvolles pädagogisches Thema empfohlen worden. Natürlich muß, wie überall, auch hier dem Takte des Lehrers anheimgestellt werden, aus allen sich hier begegnenden Disziplinen das für die Altersstufe der Lernenden geeignete Material herauszugreifen, wie ja selbst für den Religions- und Geschichtsunterricht eine sorgsame Auswahl zu den wichtigsten Vorbedingungen gehört. In allen Zeiten wird der Lehrer das religiöse Gefühl zu schonen und zu pflegen haben, denn es ist keineswegs zu verkennen, daß gewisse Glaubenssätze, die durch die Naturwissenschaft weder bewiesen noch widerlegt werden können, zu einem glücklichen Leben viel beizutragen vermögen. Nur das offenbar Unwahre und Widersinnige als ewige Wahrheit zu lehren, sollte unter allen Umständen vermieden und verwehrt werden, denn die Erziehung muß vor Allem eine einheitliche, vom Vertrauen in die Aufrichtigkeit des Lehrenden getragene sein.

Im Nachfolgenden ist den äußern Umrissen nach, der Versuch gemacht worden, die Hauptergebnisse der neueren, auf die allgemeine Weltanschauung bezüglichen Forschungen zu einem knappen Gesammtbilde zusammenzufassen, und der Verfasser möchte den Leser ersuchen, die beiden gegen das Ende des Buches, an ihre historische Stelle hinausgeschobenen Darstellungen von der Entwicklung der Weltanschauungen im Allgemeinen, und der Darwin'schen im Besondern, d. h. die Abschnitte XX. und XXI. als Fortsetzung dieses Vor-

wortes zu betrachten, und im Anschlusse an dasselbe zunächst zu lesen. In Bezug auf Abrundung und Einzelnheiten wende ich mich an die Nachsicht kompetenter Beurtheiler und bitte sie, die vielseitigen Schwierigkeiten eines solchen Unternehmens nicht außer Betracht lassen zu wollen. Die Naturwissenschaft ist niemals ein Abgeschlossenes, und auch das heute Erforschte ganz zu umfassen, wird sich kein Lebender rühmen können oder wollen. Andrerseits ist der Stoffreichthum, aus welchem eine möglichst zweckmäßige Auswahl zu treffen war, ein ungeheurer; die Entdeckungen der Paläontologie wie der Entwicklungsgeschichte drängen sich, und erschweren die Aufgabe, ein umfassendes Bild der Weltentwicklung zu geben, auch wenn man dem Streite der Meinungen über Einzelnheiten so viel als möglich aus dem Wege geht. Bei der neuen Auflage ist es mein Bestreben gewesen, das Buch von Neuem gründlich durchzuarbeiten und es unbeschadet seines für weitere Leserkreise berechneten Charakters bis auf die neuesten Forschungen zu ergänzen.

Berlin, im Juni 1885.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

		Seite
	Vorwort	VII
I.	Im Reiche des Lichtstrahls	1
II.	Aus dem Tagebuche der Erde	30
III.	Die Gestalten des Mineralreichs (Krystalle und Edelsteine)	81
IV.	Das Reich der Protisten oder Urwesen	99
V.	Die Jugend der Pflanzenwelt (Algen)	127
VI.	Das Reich der Einträchtigen (Pflanzenthiere)	147
VII.	Die Vorläufer der höhern Thierformen (Würmer und Wurmverwandte)	173
VIII.	In Wehr und Waffen (Stachelhäuter)	197
IX.	Die ersten Hausbesitzer (Weichthiere)	225
X.	Die Chinesen der Thierwelt (Gliederfüßler)	252
XI.	Das Kleid der Erde (Landpflanzen)	298
XII.	Die Patriarchen der Naturherrscher (Schädellose, Rundmäuler und Fische)	375
XIII.	Zwischen Wasser und Land (Doppelathmer und Amphibien)	398
XIV.	Von der Erde zum Himmel (Reptil und Vogel)	415
XV.	Die Verkettung von Mutter und Kind (Säugethiere)	475
XVI.	Der Haß- und Verachtungsparagraph im Naturgesetze (Affe und Mensch)	571
XVII.	Die Entwicklung der Gesellschaftstriebe und der Sprache	600
XVIII.	Die Anfänge der Kultur	621
XIX.	Die Entwicklung des Schriftthums	659
XX.	Religionen und Weltanschauungen	674
XXI.	Die Descendenz-Theorie	699
XXII.	Ein Ausblick auf die Zukunft (Erdende und Weltende)	770

Verzeichniß der Tafeln.

I.	Ideale Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit	gegenüber	von	Seite	59
II.	Ideale Landschaft der Jura-Zeit	„	„	„	65
III.	Mitteleuropäische Landschaft der Eocän-Zeit . . .	„	„	„	67
IV.	Erratischer Riesenblock bei Monthey (Wallis) . . .	„	„	„	74
V.	Polystomella strigillata	„	„	„	118
VI.	Fortpflanzung und Keimung des Blasentang . . .	„	„	„	136
VII.	Entwicklung einer Seegarneele	„	„	„	254
VIII.	Maskirung bei Krebsthieren	„	„	„	268
IX.	Blatt-, Zweig- und Moos-Heuschrecken	„	„	„	282
X.	Die Riesenschachtelhalme bei San Nikolas (Ecuador)	„	„	„	316
XI.	Die Farben-Entwicklung der Veilchen	„	„	„	353
XII.	Zusammengesetzte Blumen	„	„	„	363
XIII.	Teleosaurus und Hyläosaurus	„	„	„	425
XIV.	Archäopteryx (Berliner Exemplar)	„	„	„	456
XV.	Skelet der dreizehigen Moa (Dinornis giganteus) .	„	„	„	465
XVI.	Vierzehige Moa (Palapteryx) und Kiwi (Apteryx)	„	„	„	466
XVII.	Deutschlands Hufthiere zur Tertiärzeit	„	„	„	523
XVIII.	Die Entwicklung des Hirschgeweihs in Vergangenheit und Gegenwart	„	„	„	541
XIX.	Chimpanse	„	„	„	573
XX.	Orang Utan-Familie	„	„	„	575
XXI.	Junger Gorilla	„	„	„	581
XXII.	Restauration eines Pfahlbaus in einem Schweizer See	„	„	„	649
XXIII.	Di- und Trimorphismus der Schmetterlinge . . .	„	„	„	722
XXIV.	Blattschmetterlinge, dem Titel gegenüber.				
XXV.	Nachahmung (Mimicry) der Schmetterlinge	„	„	„	752

I.

Im Reiche des Lichtstrahls.

Ferner, zu sagen, es sei dies herrliche Weltengebäude,
Nur um der Menschheit willen, von gütigen Göttern erbauet;
— — — — — — — — — — — — —
Thöricht erscheinen, o Freund, Entstellungen solcherlei Art mir.
Denn wenn ich auch die Natur ursprünglicher Stoffe nicht kennte,
Würd' ich mir doch getraun, aus des Himmels Beschaffenheit selber,
Kühn zu behaupten und noch aus mancherlei anderen Gründen,
Dieser Dinge Natur, mit so großen Mängeln behaftet,
Sei nicht von göttlicher Hand ausschließlich dem Menschen bereitet.

Lucretius Carus, Von der Natur der Dinge.
(V. 158—200.)

Es giebt keine bessere Einführung in die Erhabenheit des Naturganzen, als sie der Besuch eines jener Weltalls-Aussichts-Plätzchen der Astronomen gewährt, auf denen im Verlaufe einer Nachtwache ein großer Theil der Herrlichkeiten des Weltengartens uns sichtbar wird. Hinaus schweift der Blick durch die sternenfreien Durchsichten des innern Sterngebäudes, dem unsere mütterliche Sonne als bescheidene Größe angehört und dessen äußersten Umfang uns die mit Millionen von Sternen besäete Milchstraße bezeichnet, in den uferlosen Außenraum des Himmels, wo nach dem Worte des Dichters:

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen."

Unter den endlosen Stern-Archipelen, welche das Riesenauge des Fernrohrs hier dem erstaunten Beschauer erschließt, — der es kaum wagt, die Tausende der Sonnen zu schätzen, welche einen einzigen dieser Schwärme zusammensetzen, — gewahren wir an der Grenze des Sichtbaren aufdämmernde Nebeleilande, die in einem sanften, gleichmäßigen Lichte erglänzen und an einer dieser Nebelküsten ist es, wo unsere Phantasie zunächst Anker wirft. Ihr Licht übermittelt uns nach Humboldt's schönem Ausdruck, „das älteste

sinnliche Zeugniß von dem Dasein der Materie im Raume." Wir wissen nicht, welche Zeiträume vergangen sind, seit diese Botschaft, welche in der Secunde vierzigtausend Meilen zurücklegt, von jener Nebelmasse ausging, gewiß ist die Depesche, welche die Lichttelegraphie in diesem Augenblick in unsere Hände liefert, schon zu einer Zeit abgegangen, als auf der Erde noch kein Philosoph bereit gewesen wäre, sie zu deuten. Durch die wunderbaren Leistungen der Spektralanalyse sind wir jetzt in den Stand gesetzt, mit großer Wahrscheinlichkeit den Zustand jener leuchtenden Materie zu der Zeit, in welcher ihre Strahlen die Reise durch die Welt antraten, festzustellen; es war derjenige eines glühenden und leuchtenden Gases von ungeheurer Ausdehnung.

So ist es uns nunmehr vergönnt, klar vor Augen zu sehen, was Anaximenes und die jonische Philosophenschule von dem Urzustande der Materie und dem Werden der Welten träumten, was Tycho Brahe und dem phantasiereichen Kepler vorschwebte, als sie von der Entstehung neuer Sterne aus dem verdichteten Lichtdunste der Milchstraße phantasirten, woran Halley, Lambert, Lacaille, Kant und der ältere Herschel, der Columbus der Nebelwelten, festhielten, so viel auch ihre Gegner, unter denen wir einen Galilei, Cassini und Michell antreffen, dagegen streiten mochten. In der That, die Naturphilosophie hat hier einen großen Sieg errungen, indem sie aussprach, daß auch die Welten ihren Ursprung haben, und daß sie nicht anders entstanden sein können, als aus der Verdichtung und Ballung einer vorher luftartig zerstreueten Masse. Dankbar für ihre Winke und der Ueberzeugung hingegeben, daß doch erst die Naturforschung uns volle Sicherheit geben kann, wollen wir nicht weiter mit der Frage in sie dringen, ob dieses Gas, ehe es die jetzt erkennbare Gestalt angenommen, gleichmäßig in noch dünnerer Gestalt durch den ganzen Raum vertheilt gewesen, — begnügen wir uns mit dem, was die Wissenschaft für jetzt beantworten kann, und wenden uns zu der Frage, welche Form zeigt das leuchtende Welt-Ei?

Das Teleskop zeigt uns die Nebel in verschiedenen Gestalten, unter denen jedoch diejenigen von kreisrundem, ovalem und weberschiffchenartigem Umriß weitaus in der Mehrzahl sind. Diese drei Erscheinungsformen lassen sich aber auf eine einzige Grundform zurückführen, auf die Linse, welche, je nachdem man sie von vorn, von der Seite oder in schräger Richtung sieht, diese drei in einander übergehenden Ansichten darbietet. Es würde uns nichts hindern, die scheibenförmige Erscheinungsform auf die „Gestalt der Götter", als welche ein alter Philosoph die Kugel, die vollkommenste aller Gestalten bezeichnete, zu beziehen, wenn wir uns eine so ausgedehnte Masse in ihrem bewegungslustigsten Zustande, befriedigt in sich selber ruhend, vorstellen könnten. Nein, die Theile eines Gases können noch weniger ruhen, als die einer Flüssigkeit, welche wir unter dem Mikroskope kreisend und durcheinander wirbelnd erblicken, und wir rechnen daher unbedenklich die scheibenförmigen Nebel mit zu den linsenförmigen, deren Gestalt der Ausdruck ihrer Bewegung ist.

Sie liefert uns den Beweis, daß die Gesetze der Schwere bis in die fernsten Räume der Welt herrschen, und einer ganzen Welt dieselbe Gestalt verleihen, welche ein Wölkchen Tabaksrauch annimmt, wenn es geschickt hinausgeblasen wird.

Man hat den Naturforschern, welche von der sogenannten Nebularhypothese ausgehen, d. h. von der Annahme, daß alle Weltkörper aus der

Fig. 1.
a b c Linsenförmige Nebelflecke in verschiedenen Lagen gesehen. d Doppelnebel. e g Ringförmige Nebel. f h Spiralige Nebel im Löwen und in den Jagdhunden.

Verdichtung von Nebelmassen entstanden seien, oftmals vorgeworfen, daß sie nicht wüßten, durch welche Kraft diese Nebel (und die aus ihnen hervorgehenden Welten) den ersten Anstoß zu ihren Bewegungen empfangen hätten. Die Gegner würden besser nach dem ersten Ursprunge der Massen selbst, oder wenigstens nach dem Urgrunde der Verdichtung fragen, denn so umfassend angelegt ist jene Hypothese, daß sie, das Chaos, den Urnebel vorausgesetzt, nach den Newton'schen Gesetzen alle andern Erscheinungen als Folgewirkungen der allgemeinen Anziehung erklärt, also jener Kraft, die sich schon die alten Philosophen im Eros „der Alles begonnen" oder in der göttlichen Liebe verkörpert dachten. Worin diese „Schwerkraft", welche die

Massen verdichtet und vereinigt, ihrem innersten Wesen nach besteht, ob sie in Wahrheit den Namen einer „allgemeinen Anziehung" verdient, oder ob es sich etwa um einen Druck des „Weltäthers" handelt, der die Massen gegeneinander treibt, — wie diejenigen glauben, die sich leichter eine im Rücken wirkende Kraft als eine von innen heraus wirkende vorstellen können — lassen wir als unerheblich für unsre Untersuchung bei Seite; nicht die letzten Ursachen zu zergliedern, sondern die Gesetzmäßigkeit und Folgerichtigkeit alles Geschehens darzulegen, ist der Hauptzweck dieses Buches.

Den Ursachen der Bewegungen im Weltall hat der Astronom Jacob Ennis in neuerer Zeit seine Aufmerksamkeit zugewendet und erheblich zu ihrer Aufhellung durch die im Folgenden kurz wiedergegebenen Betrachtungen beigetragen. Durch allmählige Zusammenziehung des in dem unendlichen Raume vertheilt gewesenen gasförmigen Weltstoffes mußte eine unendliche Zahl getrennter nebelförmiger Massen sich bilden, und ähnlich den Wolken in unserer Atmosphäre mußten sie von ungleicher Größe und Gestalt ausfallen, und sich in unregelmäßigen Entfernungen von einander befinden, wie dies bereits Newton erörtert hat. Durch die Wirkung der allgemeinen Schwere (Gravitation) werden sodann diejenigen, die einander näher standen, in einander gefallen sein, bis die entstandenen Massen so weit von einander entfernt waren, daß sie außerhalb der Grenzen merklicher gegenseitiger Wirkung lagen. So lange aber ein Nebel in einen andern fiel, konnte er niemals in der Richtung des Gravitationsmittelpunktes fallen, weil er sich gleichzeitig unter dem Einfluß anderer benachbarter Nebel befand, welche ihn von dem direkten Wege ablenkten und verursachten, daß er stets schief zu dem andern stoßen mußte. Wenn wir eine schwebende Kugel in der Richtung des Mittelpunktes anstoßen, so wird sie gradaus vorwärts fliegen, wenn wir sie aber seitwärts anschlagen, so wird sie sich drehen. Eine ähnliche Wirkung mußte durch das seitliche Aufeinanderfallen der Nebel entstehen, nur daß die Drehung sich bei den Nebelmassen zuerst nur den äußeren Schichten mittheilen und langsam von außen nach innen fortpflanzen konnte, wobei sie natürlich entsprechend an Geschwindigkeit verlieren mußte. Wie sich letztere nachher, wiederum in Folge der Gravitation, von Neuem steigern mußte, werden wir später sehen.

Allein das gegenseitige Zueinanderdrängen der Massentheilchen erklärt nicht nur die Entstehung der Bewegungen im Weltall, sondern auch die Temperaturzunahme, durch welche jene Nebel zu Wärmeherden wurden, da nach physikalischen Gesetzen jeder sich verdichtende Stoff heißer und heißer werden muß. Das pneumatische Feuerzeug, in welchem eine plötzlich zusammengedrückte Luftmasse bis zur Weißgluth und Entzündung brennbarer Körper erhitzt wird, giebt einen augenfälligen Beweis von diesem physikalischen Gesetze. Die Nebel tauchen als glühende Gasmassen im All auf, und rechtfertigen so auch jenen Traum der alten Philosophie und religiösen Systeme, daß die Welt aus dem

Feuer hervorgegangen sei. Nachdem wir nun erfahren haben, daß die Weltembryonen aus brechenden, glühend heißen Gasmassen bestehen, tritt uns die andere Frage auf die Lippen, ist auch der Grundstoff in jenen Anfängen so gleichartig, wie wir es eben von der Grundkraft annahmen? Vor der Entdeckung der Spektralanalyse wäre eine solche Frage einfach närrisch erschienen, nunmehr erfahren wir aber, daß das Licht nicht nur Kunde giebt über den Zustand des Stoffes, von dem es ausgeht, sondern auch, sofern dieser Zustand ein gasförmiger ist, von seiner chemischen Natur. Und da hat uns nun das prismatische Leseglas, durch welches man das schwache Licht der Nebelflecke in drei oder vier Lichtlinien zerlegte, verrathen, daß es hauptsächlich aus zwei Lichtarten zusammengesetzt ist, welche von glühendem Wasserstoff (H) und Stickstoffgas (N) ausgestrahlt werden. Eine Lichtart anderer Herkunft deutet sich außerdem an, ohne bisher zur Bestimmung ihres Ausgangsstoffes geführt zu haben. Diese Auskunft befriedigt uns zunächst wenig, denn wenn dort Welten werden sollen, wie diejenige, der unser Sonnensystem angehört, so müßten noch über sechzig verschiedene Elementarstoffe hinzukommen, um später die Bildung einer Körperwelt zu ermöglichen, ähnlich der irdischen. Da wir nun alle Ursache haben, eine Gleichmäßigkeit des Stoffes, wie wir sie in unserer Weltlinse beobachten, auch außerhalb derselben vorauszusetzen und in der Bildung jener Nebelwelten Spiegelbilder des Zustandes unserer eigenen Welt vor unendlichen Zeiträumen zu erblicken, so bleiben uns fast nur zwei Auswege übrig, die abweichende Botschaft des Lichtes mit unserer Idee in Einklang zu bringen: die Annahme, daß die Lichtwellen der übrigen Grundbestandtheile der Nebelflecke unterwegs aufgesaugt worden seien, oder aber, daß die andern chemischen Bestandtheile unserer Körperwelt erst nach und nach aus den Urstoffen der Nebelflecke hervorgegangen seien. Wir werden weiterhin sehen, daß die Untersuchung des Lichtes der Fixsterne ebenso sehr gegen die erste Annahme spricht, wie sie die zweite bis zu einem gewissen Grade unterstützt.

Fig. 2.
Nebelfleck mit Spectrum.

Damit gelangen wir zu der großartigsten Naturanschauung, welche jemals in das Bewußtsein eines Philosophen getreten ist, zu der Vorstellung, von der Substanz Spinoza's, welche in sich untrennbar vereinigt, die Bedingungen zur Entwicklung einer körperlichen und geistigen Welt enthält. Man darf die Nebelflecke natürlich nicht geradezu diesem Begriffe des Urseins

unterschieben wollen, denn sie sind selber bereits eine Entwicklungsstufe, ein Gewordenes, immerhin aber dürfen wir sie wie ein Symbol, des, wie Schelling so wahr sagt, größten Gedankens, der je in eines Menschen Hirn gekommen ist, ansehen, des Identitätsgedankens, in welchem der Naturforscher auch fernerhin seinen alleinseligmachenden Glauben suchen dürfte. Spinoza schrieb seiner Substanz nur zwei Eigenschaften zu, die unendliche Ausdehnung nach außen und das unendliche Denken, als unzertrennbare innere Eigenschaft. An der glühenden Gasmasse der Nebelflecke sind erst die ersten Eigenschaften der Substanz nach beiden Richtungen entwickelt, aber dem Vermögen nach ruhen alle künftigen Leistungen in ihr, und wenn wir den Gedanken des Monismus nach seiner Tiefe erfaßt haben, wie ihn Spinoza begründete, so werden wir keinen Anstand nehmen, ohne fremdes Zuthun aus dieser Gasmasse, der alle Bedingungen dazu innewohnen, die Entwicklung der Mannigfaltigkeit des Weltganzen in der Zeit abzuleiten. Können wir dem glühenden Nebel eine glühende Phantasie gegenüberstellen, so werden wir im Stande sein, in dem Körper jener Doppelgänger unseres eigenen Urseins, die Keime anderer, ebenso mannigfaltiger, formen- und farbenreicher Schöpfungen wie der unsrigen zu erblicken, ja sie in unsern Träumen vielleicht mit noch vollkommeneren Zukunfts-Wesen zu bevölkern.

Die Ausdehnung und gegenseitige Entfernung der Nebelflecke übertrifft weit das Fassungsvermögen des menschlichen Geistes. Wenn wir auch annehmen, daß unsere Sternenlinse nur eine mittlere Welt unter größeren und kleineren sei, so sagen uns doch die Physiker, daß der Lichtstrahl innerhalb derselben trotz einer Schnelligkeit von 42,000 Meilen für die Secunde, manches Jahrhundert brauchen würde, um die äußerste Zone der Milchstraßen-Sterne zu durchwandern. Der gewaltigste Fixstern, wäre er auch mehr als zwanzigmal größer als unsere Sonne, giebt im Fernrohr nur das Bild eines verschwindenden Pünktchens, gegen die trotz ihrer so unendlich größeren Entfernung, oft die scheinbare Größe des Mondes einnehmenden Nebelwelten. Der ältere Herschel glaubte in seinem vierzigfüßigen Teleskope noch Nebelflecke und Sternwelten zu erkennen, die mehr als fünfunddreißigtausend Siriusweiten — eine Maßeinheit, die wir weiterhin kennen lernen werden — von uns entfernt seien. Das sind Schätzungen, die einer sichern mathematischen Grundlage entbehren, und in neuerer Zeit hat man aus physikalischen Gründen geschlossen, daß das Licht, wenn es mehr als 787 Siriusweiten zurückgelegt habe, durch die feine im Weltraum zerstreuete Materie aufgesaugt sein würde, und daß hierin eine natürliche Grenze auch für die größten Verbesserungen optischer Werkzeuge gezogen sei. Hier also wäre der Grund zu suchen, weshalb wir auch in der reineren Atmosphäre der Aequinoctial-Gegenden außer Stande bleiben, die Unendlichkeit des Weltalls zu überblicken, und weshalb selbst im Teleskope die schwarzblaue Grundtapete des Firmaments, von welcher sich die näheren Fixsterne strahlend abheben, nicht wie die Milch-

straße gleichmäßig schimmernd erscheint von dem zusammenfließenden Lichte ferner Welten. Wir würden nach obiger Schätzung die fernsten Welten, deren Licht noch zu unserm Auge dringt, in dem Bildungszustande erblicken, welchen sie vor fünfzehn Jahrtausenden hatten, und damit die Wahrscheinlichkeit gewinnen, daß der Weltbildungsproceß nicht überall zugleich begonnen, sondern sich in fortwährenden Neubildungen wiederholt habe, denn vor jener Zeitspanne war unsre Sternlinse schon eine unendlich in dem Abkühlungsprocesse fortgeschrittene Welt, in der wohl auch längst geistige Mittelpunkte entstanden waren, die über ihr Dasein nachzusinnen begonnen hatten. In den letzten Lichtstätten aber, die das Auge erblickt, findet wohl der Sinn, nicht der ahnende Geist seine Grenze. Weder im Stande die Endlichkeit, noch die Unendlichkeit der Welt ganz ausdenken zu können, weist ihn die Hoffnung, den letzteren Begriff als den vernunftgemäßeren, eher zu bewältigen, auf die Unendlichkeit des Raumes, wie auf die Ewigkeit des Daseins.

Von den Nebeln, die eine gleichmäßig glühende Gasmasse darstellen, wenden wir das Rohr auf einen der größten und merkwürdigsten Nebelflecke des nördlichen Himmels, auf den in recht dunkelklaren Winternächten schon mit einem guten Opernglase erkennbaren Nebel im Schwertgriff des Orion. Wir haben erwähnt, daß viele nüchterne und strengere Geister von dem Dasein sichtbarer Lichtnebel nichts wissen wollten. Wie die Gruppe der Plejaden und der Krippe (im Sternbilde des Krebses), welche einem schwächeren Auge beide als Lichtnebel erscheinen, schon durch die geringste Vergrößerung deutlich in Sternhaufen aufgelöst werden, so sollten sich nach Annahme der bezeichneten Astronomen alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen erweisen, wenn man eine hinlänglich starke Vergrößerung anwenden könnte. In der That, als Lord Rosse im Jahre 1845 zu Parsonstown sein fünfzigfüßiges Riesenteleskop aufgestellt hatte, widerstand dessen zerlegender Kraft nur eine kleine Anzahl der auf's Gerathewohl aus den älteren Verzeichnissen herausgegriffenen Nebelflecke, dafür tauchten freilich in den Grenzen des erweiterten Raumes neue, unauflösbar scheinende Nebel auf. Aber ein solches Verhalten mußte die Hoffnung stärken, auch diese durch Instrumente von noch stärker raumdurchdringender Kraft zu besiegen. Als nun das Rosse'sche Teleskop auf den großen Orion-Nebel gerichtet wurde, gelang zwar eine vollständige Auflösung des hellen Schimmers nicht, wohl aber tauchten in demselben einige hellere Lichtpunkte auf, was eine vollständige Trennung durch noch stärkere Instrumente zu versprechen schien. Aus dieser Ungewißheit befreiete uns erst die Entdeckung der Spectral-Analyse, welche mit Sicherheit erlaubt, die Lichtausstrahlung fester oder flüssiger Massen von derjenigen gasförmiger zu unterscheiden. Während sich das Licht der ersteren durch das Prisma zu einem mehr oder weniger zusammenhängenden, irisfarbigen Streifen verbreitert, zeigt dasjenige der letzteren, je nach seiner Zusammensetzung, mehr oder weniger durch völlige Dunkelheit unterbrochene Farben-Linien von festbestimmter

Stellung. Der Englische Astronom Huggins und der Pater Secchi in Rom haben seit dem Jahre 1864 mehr als sechzig Nebelflecken untersucht, und dabei in schönster Uebereinstimmung mit den Annahmen eines Kant, Herschel und anderer Naturphilosophen gefunden, daß alle auflösbaren Nebelflecke ein Sternspectrum, die meisten bis jetzt unauflöslich gebliebenen aber ein Nebelspectrum lieferten. Nunmehr konnte mit Sicherheit ausgemacht werden, daß die Lichtpunkte des Orion-Nebels weder größere Sterne inmitten kleinerer, noch auch neuentstandene flüssige Massen in gasiger Umgebung, Krystallisationspunkte neuer Welten seien, sondern vielmehr nur dichtere und in Folge dessen stärker leuchtende Theile der durchweg gasigen Grundmasse. Das Licht der helleren Punkte besitzt nach den hierin völlig übereinstimmenden Beobachtungen von Huggins und Secchi genau denselben Charakter, wie das der übrigen Theile. Wir dürfen also annehmen, daß wir hier die Anfangsstufen einer Sternenwelt vor uns haben, die durch ungleiche Ver-

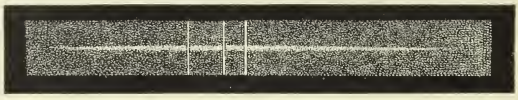


Fig. 3.
Spectrum eines Nebelflecks im Drachen.

dichtung eines glühenden Nebels vor unsern Augen sich bildet. Die durchaus unregelmäßig erscheinende, sogar den Zeichnern Schwierigkeiten bereitende Gestalt dieses Nebels läßt vermuthen, daß in den einzelnen Theilen dieser ungeheuer ausgedehnten Masse verschiedenartige Wirbelbewegungen die Oberhand gewonnen haben mögen, wodurch, bei einer theilweisen Deckung und Kreuzung der Bewegungen, die sehr unregelmäßige Figur dieses Nebels veranlaßt werden mag.

Aber wir kennen auch Nebel, die zum Theil wirklich bereits in einen festen oder wenigstens flüssigen Zustand übergegangen sind, und die nun neben den drei Lichtlinien der echten Nebel, ein, wenn auch lichtschwaches und nur bei sehr durchsichtiger Luft sichtbares, zusammenhängendes Farbenband zeigen. Zu ihnen gehört ein kleiner, aber verhältnißmäßig stark glänzender Nebelfleck im Sternbilde des Drachen, dessen beistehend abgebildetes Spectrum (Fig. 3) Huggins im August 1864 beobachtete.

Bei der ferneren Verdichtung der Nebelmassen können nun offenbar sehr verschiedenartige Sternsysteme aus denselben hervorgehen. Es kommt hierbei hauptsächlich darauf an, ob die Nebelmasse eine größere oder geringere Anfangsgeschwindigkeit erhalten hat, mit der sie um sich selbst kreist, und welche sich in dem Maße beschleunigen wird, in welchem sie sich auf einen geringeren Durchmesser zusammenzieht. Wir werden den Gesetzen dieser Beschleunigung

später noch näher zu treten haben, wenn wir von der Planetenbildung sprechen; hier mag es genügen, eines kleinen Versuches zu gedenken, welcher diese Beschleunigung der Rotation sehr augenfällig zeigt. Wenn wir einen kleinen Ring an einer etwa fußlangen Schnur im Kreise schwingen lassen, während wir mit jeder Hand ein Ende der Schnur festhalten, so können wir die Schwingungsbahn einfach dadurch verengern, daß wir die Hände plötzlich so weit als möglich von einander entfernen. In demselben Augenblicke beschleunigt sich die Rotationsbewegung des Ringes außerordentlich. Diese Beschleunigung der Kreiselbewegung muß aber früher oder später, wenn die Anfangsbewegung nicht gar zu langsam war, in der Nähe des Aequators

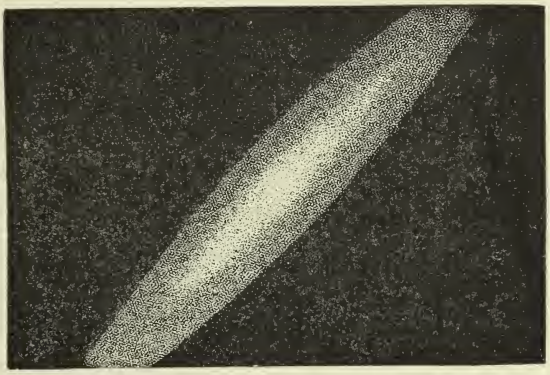


Fig. 4.
Nebelfleck in der Andromeda.

der Nebellinse zur Ablösung von Nebelringen führen, da diese Theile schneller bewegt sind als alle anderen, also zu Erscheinungen im Großen, wie wir sie im kleineren, wenn auch immerhin noch sehr ansehnlichem Maßstabe, am Saturn beobachten, nur daß hier aus den bei der weiteren Zusammenziehung zurückgelassenen äußern Ringen keine Monde oder Planeten, sondern Sonnen oder Fixsterne entstehen. Unser Planetensystem muß uns als das Miniaturbild, als der wahre Mikrokosmos eines Makrokosmos dienen, nach welchem wir die Entstehungsweise des Letzteren erst begreifen. Diese Bildung kann indessen in einer doch vielfach abweichenden Weise erfolgen, und es läßt sich hier eine viel größere Mannigfaltigkeit als in den Planetensystemen herleiten.

Wenn nämlich erstens ein Nebel nur eine sehr seichte und unbedeutende Oberflächenbewegung im Anbeginne empfangen hat, so wird er erst sehr spät, nachdem schon der größte Theil seiner Masse sich zu einem Kerne (Centralsonne) verdichtet hat, dahin gelangen, in Folge der Beschleunigung seiner Rotation äquatoriale Nebelringe abzuschleudern, aus denen sich zahlreiche Sterne bilden. Aus sehr großer Entfernung wird ein solches System als

Nebel um einen sehr gewaltigen Kern erscheinen, als ein sogenannter Nebelstern.

Ein Nebel mit einer etwas stärkeren Anfangsrotation wird zwar im Anfange wenig, aber allmälig zunehmend mehr Sternzonen zurücklassen, und wird einen linsenförmigen Nebel aus sehr vielen, gegen das Centrum dichter stehenden Sternmassen erzeugen. Ein sehr ausgedehnter Nebel endlich, dessen ursprüngliche Rotation seine gesammte Masse ergriffen hat, kann eine Schwungkraft erlangen, um fast seinen gesammten Inhalt an Weltbaustoff weitab von seinem Mittelpunkte zurückzulassen, und wie die Zusammenziehung fortschreitet,

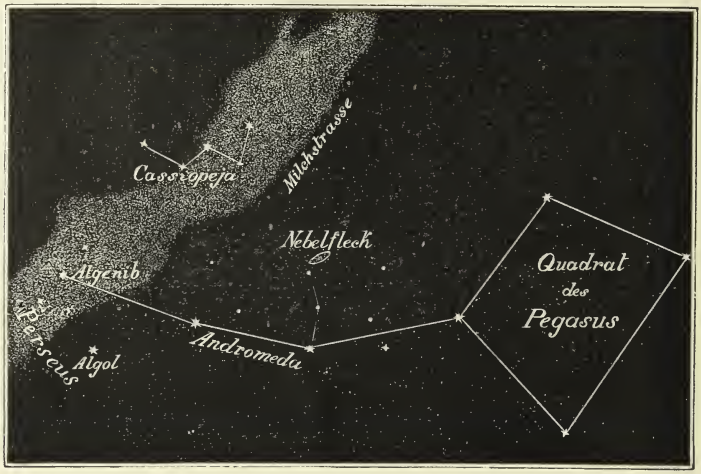


Fig. 5.
Kärtchen zur Aufsuchung des Andromeda-Nebels.

werden seine Ringe zerreißen, und sich zu Sternen verdichten, die ein ringförmiges System bilden, ähnlich dem in der Leyer, oder ähnlich unsrem eigenen Fixsternsystem, dessen Sterne hauptsächlich in dem Milchstraßenringe liegen. Eine noch größere Beschleunigung kann möglicherweise zu der spiraligen Zerstreuung der Masse führen, von der sich mehrere ausgezeichnete Beispiele am nördlichen und südlichen Himmel finden. (Vergl. Fig. 1 u. 2.)

An mondscheinfreien Herbst- und Winterabenden ist es uns vergönnt, mit bloßem, unbewaffnetem Auge einen linsenförmigen Nebelfleck am nördlichen Himmel zu beobachten, der das Schauspiel eines ganz, oder doch nahezu vollendeten Sternsystems der zweiten Klasse darbietet. Ich meine den Nebelfleck im Sternbilde der Andromeda, den ersten, der überhaupt am nördlichen Himmel entdeckt worden ist. Der ehemalige Musikus Meyer aus Gunzenhausen, welcher sich später als Hofmathematikus des Markgrafen von Culmbach Simon Marius schrieb, der Nämliche, welcher auch die Jupiters-

monde neun Tage vor Galilei gesehen, bemerkte am 15. Dezember 1612 am Gürtel der Andromeda einen „Stern, wie er noch keinen gesehen". Er gleiche, meinte er, dem am Rande verwaschenen Schimmer einer fernen Lichtflamme, welche durch eine halbdurchsichtige Hornscheibe, wie man sie sonst zu Laternen brauchte, gesehen wird. (Fig. 4.) Da es den Wenigsten beschieden ist, teleskopische Nebelflecke zu sehen, so ist die mit Hilfe des beistehenden Kärtchens (Fig. 5) sehr leichte Aufsuchung dieses dem bloßen Auge sichtbaren Nebelfleckes Jedem zu empfehlen. Man findet ihn dicht neben dem Gürtel der Andromeda, in Gestalt eines Weberschiffchens, oder einer in der schmalen Ansicht gesehenen Linse, mit gegen die Mitte sehr verstärktem Lichtschimmer. Bei Anwendung eines Opernglases wird man leicht das Treffende des Marius'schen Vergleiches erkennen, und auch die Meinung Derham's verstehen, der in seiner Astro-Theologie die Nebelflecke als Ritzen und gleichsam fadenscheinige Stellen des Firmamentes, durch welche die Klarheit des außen dahinter befindlichen Feuerhimmels (Empyreum), des Aufenthalts der Seligen, hindurchschimmere, ausgeben wollte.

Dieser Nebelfleck hat lange den Bemühungen der Sternkundigen, eine Auflösung zu bewirken, getrotzt. Erst im Jahre 1848 glückte dem Astronomen George Bond zu Cambridge in den Vereinigten Staaten der Versuch theilweise, er zählte über 1500 Sterne, ohne daß es ihm gelang, auch den Kern, der immerfort eine gleichmäßige Helligkeit behielt, in Lichtpunkte zu zerlegen. Das Spectroscop hat aber gezeigt, daß wir es hier mit einem vollendeten Sternhaufen zu thun haben, dessen Theile bereits einen flüssigen Kern besitzen; möglicherweise enthält die Mitte eine Centralsonne von ungeheurer Ausdehnung. So lange dieser Proceß der Verdichtung zu flüssigen Kugeln in den einzelnen Theilen noch nicht vollendet ist, werden wir unter Umständen ein doppeltes Spectrum erwarten können, ähnlich dem in Fig. 3 abgebildeten.

In den Zeiten lebhafteren Gedanken-Austausches über die Nebelflecken glaubten einige Astronomen schon in der Zeitspanne, während welcher ihr Augenmerk auf dieselben gerichtet gewesen war, Veränderungen im Umriß und in der Lichtvertheilung, Streifenbildungen und Aehnliches wahrgenommen zu haben, wie man die Eier unter der Henne wegnimmt und gegen die Sonne gehalten, den Fortschritt der Küchleinbildung zu errathen sucht. Es bedarf des Hinweises kaum, daß Weltembryonen zu ihrer Entwicklung eine lange Zeit beanspruchen müssen, daß von einer Beobachtung des fortschreitenden Ganges an einer und derselben Welt schwerlich sobald die Rede sein dürfte. Verschiedenheit der Instrumente und Wechsel der Durchsichtigkeit unsrer Atmosphäre, welche letztere mitunter Einzelnheiten der Gestalt hervortreten läßt, welche zu andern Zeiten verborgen bleiben, dürften die hauptsächlichsten Ursachen solcher Wahrnehmungen sein. Es ist wahrscheinlich, daß sich längst die sämmtlichen Sterne unsres Firmamentes zu neuen Bildern und Gruppen gefügt haben werden, ehe ein heute noch als Gas erscheinender Nebel

die ersten Andeutungen einer Auflösung in gesonderte Welten erblicken lassen wird.

Die zerlegbaren Nebel zeigen oft eine außerordentliche Sternzahl, die sich nur durch Ueberzählung eines kleinen Ausschnittes daraus schätzen läßt. Arago hat zum Beispiel auf diesem Wege die Gesammtzahl eines derartigen Schwarmes auf zwanzigtausend sichtbare Sterne berechnet, eine Angabe, deren Wucht erst begreiflich wird, wenn man sich erinnert, daß das unbewaffnete Auge am nördlichen und südlichen Sternhimmel nicht mehr als sechstausend Sterne zu zählen vermag, welche Zahl freilich im Fernrohr außerordentlich zunimmt. Natürlich müssen wir annehmen, daß sehr zahlreiche Angehörige eines Sternhaufens unseren Blicken verborgen bleiben. Zugleich verschwindet aber beim Anblicke dieser entfernten Weltsysteme jene Regellosigkeit der Anordnung, die wir gewiß zum größten Theile, durch die Wirkungen einer unverständlichen Perspective getäuscht, in unserem eigenen Sternsystem wahrzunehmen glauben. In der potenzirten Vogelperspective, aus welcher wir die fernen Sternhaufen überblicken, ist diese Regellosigkeit meist einer scheinbar sehr vollständigen Regelmäßigkeit gewichen; man bemerkt höchstens gegen die Mitte eine zunehmende Dichtigkeit in der Vertheilung, die oft eine Wirkung der Perspective sein mag. Deshalb zeigen auch Sternhaufen, vielen echten Nebeln entsprechend, eine gegen die Mitte zunehmende Helligkeit, was zur Vermischung dieser beiden Gattungen von kosmischen Massen nicht unwesentlich beitragen mußte. Wenn wir uns den Zwischenraum zweier auf einandergepaßten großen Uhrgläser mit leuchtendem Seewasser gefüllt denken, wobei die gleichmäßig in demselben vertheilten mikroskopischen Leuchtthiere die Sterne dieses kleinen Weltbildes oder Mikrokosmos vorstellen sollen, so würde ein außerhalb des Glases befindliches Auge in jeder Stellung des Behälters die größte Helligkeit in der Nähe des Mittelpunktes wahrnehmen, weil dort, auch bei gleichmäßiger Vertheilung, wegen der Dicke der Schicht die meisten Lichtpunkte nebeneinander auftreten müssen. Ein im Mittelpunkt des Gefunkels befindliches Auge hingegen, würde die größte Helligkeit in einen die Linse umgürtenden Ringe, einem Seitenstück der Milchstraße, gesammelt erblicken. Von entsprechenden Gesichtspunkten aber beschauen wir einerseits die fremden Sternenwelten und andrerseits unsre heimathliche und daraus ergiebt sich leicht der bei jenen gegen die Mitte, bei dieser gegen den Rand zu verstärkte Lichtschimmer, nebst der Wahrscheinlichkeit, daß wir uns in dieser Welt, die wir so gern bereits als Weltall bezeichnen, näher dem Herzen als dem Umfange befinden. Indessen haben neuere Schätzungen und Untersuchungen festgestellt, daß unser Sternsystem einen wirklichen, durch die Milchstraße bezeichneten Ring darstellt, in welchem man die Zahl der Sterne auf achtzehn Millionen schätzt, während außerhalb dieser Zone nur etwa zwei Millionen kreisen. Unsere Lage ist allem Anscheine nach dem Südpol des Systems näher als dem Nordpole, obwohl hier wirklich zuverlässige Ermittelungen

erst durch genauere Sternkarten angebahnt werden können, als wir sie früher besessen haben.

Ob in diesem Sternen-Archipel, dessen Herrlichkeit jede klare Nacht vor unsern Augen entfaltet, und in welchem unsre ewige Wohlthäterin, die Sonne, sich nur als mittlerer Stern unter kleineren und größeren bewegt, der in seiner Linsenform ausgedrückte, allgemeine Umschwung um eine gemeinsame Centralsonne, oder um einen unbesetzten Schwerpunkt stattfindet, ob sich außer den Planetensystemen und Doppelsternen noch größere Strudel in dem gemeinsamen größten bewegen: darüber läßt sich vorläufig mehr vermuthen, als Sicheres ausmachen. Man hat die Achse unseres Weltrades in den Plejaden vermuthet, aber die Aufgabe ist so verwickelt, daß man bisher keine größere Sicherheit erlangen konnte und keine annähernde Vorstellung von der Länge des großen Weltenjahres besitzt, von dem schon die Alten fabelten. Nur das ist längst durch Beobachtungen erhärtet, daß die Fixsterne ihre scheinbare Stellung gegeneinander in geschichtlicher Zeit veränderten, daß die Bilderschrift des Firmamentes, mit der sich die einander verborgenen Gedankencentra der Welt deutend beschäftigen, mit den Jahrtausenden andere Züge gewinnt, und daß selbst der Polarstern (bei den Alten der unwandelbare Thron der Götter) seinen bevorzugten Platz nicht behauptet. Der glänzende Sirius hat seit den Tagen der Erbauung Roms seinen Ort am Himmel um mehr als anderthalb Vollmondsbreiten geändert, Arctur um eine doppelt so große Entfernung, und der uns nächste aller genauer bestimmten Fixsterne, Alpha, im südlichen Sternbilde des Centauren, um fünf Vollmondsbreiten. Es begreift sich leicht, daß diese Verschiebungen der einzelnen Sterne gegeneinander, auch wenn sie in unregelmäßigem oder entgegengesetztem Sinne stattzufinden scheinen, nichts gegen einen allgemeinen und gleichartigen Umschwung des Sternenheers um einen gemeinsamen Mittelpunkt beweisen.

Die Geschwindigkeit dieses Umschwunges ist wahrscheinlich trotz der scheinbaren Beharrlichkeit der Fixsternbilder eine sehr große. Nimmt man mit Herschel an, daß das Licht der Milchstraße zweitausend Jahre gebraucht, um zu uns zu gelangen, so können wir ihren Umfang oder die Bahnen ihrer Sterne, oder deren Umlaufzeiten berechnen. Ein Stern, der sich mit einer Geschwindigkeit von sechstausend Seemeilen in der Minute bewegt, ungefähr wie Arctur, muß fünfzig Millionen Jahre zu einem einzigen Umlauf in diesem Kreise gebrauchen, ein Stern von dreimal geringerer Geschwindigkeit, ähnlich derjenigen unserer Erde, gar hundertfünfzig Millionen Jahre! Unsere Sonne, die dem Centrum erheblich näher steht, würde unter denselben Geschwindigkeits-Verhältnissen immerhin zwei bis fünf Millionen Jahre zu einem einzigen Umlaufe gebrauchen, und daraus erklärt sich einerseits, daß wir uns Jahrhunderte lang nach demselben Punkte des Fixsternhimmels zu bewegen scheinen, andererseits die Langsamkeit, mit der sich seine Sternbilder verändern. Genauere

Messungen in dieser Richtung werden in später Zukunft erst die außerordentlich sorgfältigen Sternkarten unserer Zeit gestatten.

Man hat in neuerer Zeit die gegenseitigen Entfernungen zahlreicher Fixsterne gemessen, und dabei unsern ebenerwähnten nächsten Nachbarn im Centauren viertausend Milliarden Meilen entfernt gefunden. Der in neuerer Zeit als Doppelstern von fast vierzehnmaliger Größe unserer Sonne erkannte Sirius ist nach diesen sehr schwierigen Berechnungen einundzwanzig-, Arctur zweiunddreißig-, der Polarstern ungefähr sechszig- und Capella gar fast neunzigtausend Milliarden geographischer Meilen von der Sonne entfernt. Um der Fassungskraft, oder vielmehr dem Gedächtniß entgegenzukommen und zugleich für diese inneren Maße kleinere Zahlen zu erhalten, hat man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, welche nahezu zwanzig Millionen Meilen beträgt, angewendet und damit für die Siriusweite (die Maßeinheit für die äußern Entfernungen), etwas über eine Million Sonnenweiten erhalten. Wenn nicht anschaulicher, so doch eher geeignet, eine Ahnung von der Weite dieser Räume zu erwecken, dürfte der Hinweis sein, daß das Licht, welches von der Sonne etwa in acht Minuten Kunde bringt, drei Jahre braucht, um von dem nächsten Fixstern (Alpha im Centauren) resp. zwölf, sechszehn und achtundsechszig Jahre, um die neuesten Posten von Wega, Sirius oder Capella zu bringen. Dieser ungeheure Raum, welcher von der Milchstraße begrenzt wird, und von dem die erwähnten Entfernungen nur Theilstrecken ausmachen, muß also gleichmäßig von einem dünnen Gase erfüllt gewesen sein, als unsre Welt vor Aeonen noch eine Nebelwelt war, wie die Hunderte und Tausende derselben, die wir durch ihre Lücken und Fenster erblicken. Der Embryo jedes Sternes bildete zunächst, nachdem sich diese Masse durch Vorgänge, wie wir sie bei der Planeten-Entstehung noch genauer kennen lernen werden, getheilt, eine wiederum linsenförmige, dichtere Gasmasse. Je nachdem sie größer oder kleiner ausgefallen war, wird der Abkühlungs- und Verdichtungsproceß in ihr langsamer oder schneller fortgeschritten sein, so daß wir demnach sehr verschiedene Entwicklungsstufen unter den einzelnen Sternen desselben Systems nebeneinander erwarten können.

Schon Huggins und Secchi hatten nach der Verschiedenartigkeit ihres Lichtes die Sterne, unter welchen, wie es sich gehört, denen erster Größe, die Hauptaufmerksamkeit zugewendet wurde, in mehrere Klassen getheilt, deren spectralanalytisches Signalement wir in Figur 6 vor uns sehen. Der englische Astronom Norman Lockyer hat sodann vor etwa zehn Jahren an diese Verschiedenartigkeit die Hypothese geknüpft, daß die einzelnen Klassen oder Typen als Entwicklungsstufen zu betrachten sein möchten. Das Spectrum der Sonnen oder Fixsterne unterscheidet sich sehr wesentlich von dem der unauflösbaren Nebelflecke dadurch, daß es einen irisfarbigen, mehr oder weniger zusammenhängenden Streifen bildet. Derselbe bietet den Beweis, daß bei ihnen bereits ein weißglühender flüssiger oder fester Kern sich gebildet hat,

der von einer ausgedehnten Gashülle umgeben ist. Die chemischen Bestandtheile dieser letzteren verrathen sich durch Schattenlinien oder Streifen, welche den Farbenstreifen in einzelne Abtheilungen quer zerschneiden, und dieselben Stellen einnehmen, an denen bei gleicher Zusammensetzung der Gashülle im selbstleuchtenden Zustande farbige Lichtlinien auftreten würden. Das heißt mit andern Worten: gasförmige Massen verschlucken von dem, sämmtliche Lichtwellenarten enthaltenden Lichte weißglühender Körper, alle diejenigen, die sie selbst im glühenden Zustande ausstrahlen würden. Es ist somit nicht schwer, an diesen in dem Spectrum hellerer Sterne, wie in demjenigen der Sonne, deutlich erkennbaren und nach ihrem Entdecker Fraunhofer benannten Schattenlinien deutlich die chemischen Bestandtheile der Sternatmosphären zu erkennen.

Nun blieb es auffallend, daß in dem Spectrum der am hellsten leuchtenden, weißen und bläulichen Sterne, unter denen als Typus Sirius betrachtet werden kann, eigentlich nur die Linien des Wasserstoffs, d. h. des leichtesten und dünnsten Stoffes, den wir kennen, mit einiger Deutlichkeit auftreten, während die Gegenwart anderer Stoffe sich kaum andeutet. Da man physikalische Gründe hat, diese hellsten Sterne auch für die heißesten zu halten, so ist das sehr sonderbar, weil man grade bei ihnen fast sämmtliche Bestandtheile in dampfförmiger Gestalt vermuthen durfte. Bei einer zweiten Gruppe, den Sternen mit gelblichem Lichte, zu denen Arcturus, Capella, Procyon und unsre Sonne gehören, erscheinen, fast dem abnehmenden Helligkeitsgrade entsprechend, mehr und mehr von den übrigen fünfundsechzig in unseren Laboratorien als Grundbestandtheile der Erde und der Meteorsteine erkannten sogenannten chemischen Elementen und zwar so, daß die leichtesten und leichter flüchtigen Metalle, wie Natrium, Calcium u. s. w., zuerst auftreten, worauf die schwerer flüchtigen, wie Eisen, Kupfer, Silber u. s. w., allmälig nachfolgen. In der Sonnen-Atmosphäre ist bereits die Mehrzahl der auf der Erde vorkommenden Elementarstoffe nachzuweisen, während in derjenigen des Sternes Capella, der den Messungen zufolge in einem Tage soviel Licht ausstrahlt, wie die Sonne im Laufe eines Jahres, noch sehr viele derselben fehlen. Während in der Atmosphäre dieser Sterne, deren Temperatur immerhin mehrere tausend Grade betragen muß, noch kaum eine Andeutung von dem Vorhandensein chemischer Verbindungen merkbar wird, finden sich dieselben reichlich und beständig bei einer dritten Gruppe noch weniger heißer, meist röthlich erglänzender Gestirne, zu denen unter den Sternen erster Größe Beteigeuze im Orion, Antares im Skorpion u. A. gehören. Die Zahl der Linien unverbundener Metalle ist sehr vermindert und auch diejenigen des freien Wasserstoffs fehlen meistens, weil derselbe sich mit Sauerstoff zu Wasserdampf verbunden hat. Bei dem Durchdringen der dicken Dämpfe dieser Verbindungen gewinnt das Licht die düsterröthliche Färbung, welche diese Gestirne besitzen, und das Spectrum zeigt breite Schattenstreifen, nament-

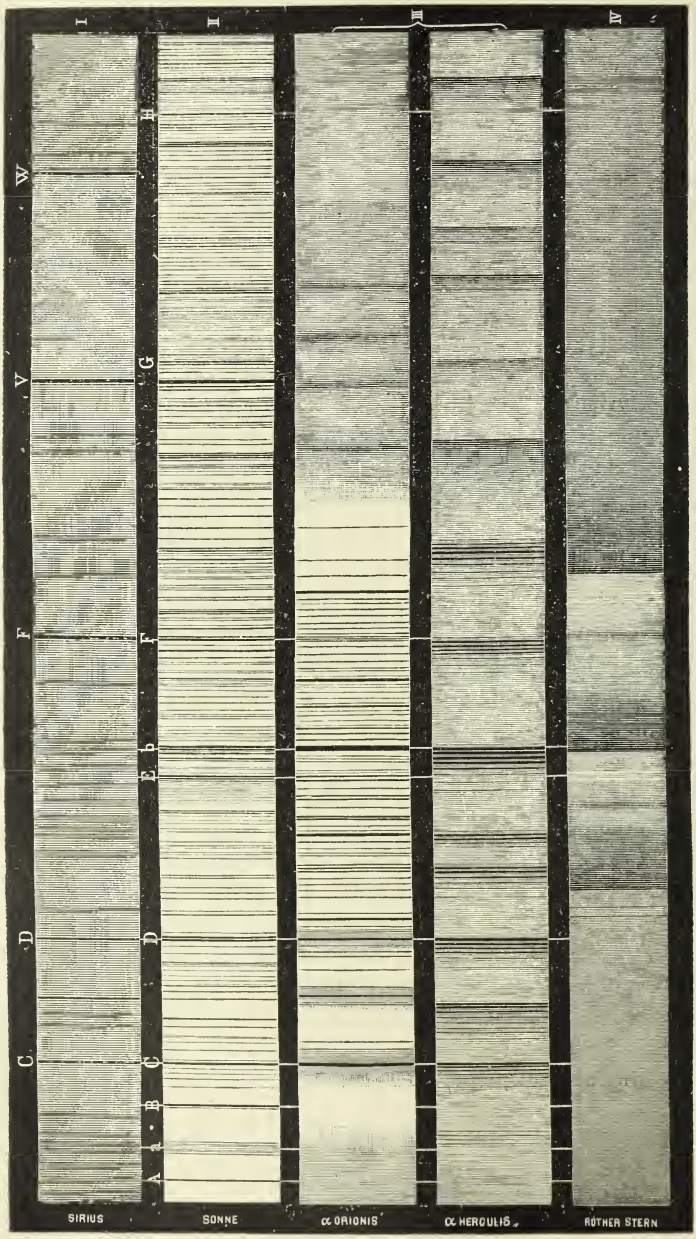


Fig. 6.
Fixsternstypen nach Secchi.
Die Fortsetzung der Hauptlinien durch die Spectra der verschiedenen Sterne hindurch giebt einen augenfälligen Beweis von der Gleichartigkeit der Grundstoffe durch den gesammten Weltraum. Während die einzelnen unter den sogenannten Elementen entsprechen, gehören die Gruppen und Schattenstreifen (Banden) den Verbindungen der Elemente untereinander zu.

lich in den nichtrothen Theilen, eben wegen der größern Lichtverschluckung der andersfarbigen Theile durch die Dampfhülle, etwa wie die Sonne durch Nebel gesehen, düster roth erscheint. In der Stufenfolge der weitern Abkühlung kosmischer Massen würden hierauf zunächst diejenigen folgen, in deren Atmosphäre gar kein unverbundener Metalldampf oder freier Wasserstoff mehr vorkömmt, die durch den Zustand unsrer Erde und der meisten Planeten vertretene Stufe, unter denen gleichwohl einzelne der größeren noch sehr heiß und vielleicht selbstleuchtend sein mögen. Da mit der Kleinheit der abgesonderten Massen der Abkühlungsvorgang entsprechend beschleunigt wurde, so werden wir als nächstfolgende Stufe den Zustand des Mondes betrachten können, bei welchem auch der Wasserdampf und mit ihm alle Spuren einer Atmosphäre verschwunden sind, vermuthlich aufgesaugt von der inneren Masse des hinreichend erkalteten Gestirnes. Man kann voraussetzen, daß bei einer hinlänglichen Erkaltung des noch flüssigen Erdinnern auch von diesem zuletzt alle Feuchtigkeit und die gesammte Atmosphäre ebenso aufgesaugt werden dürften, während erstere zur Zeit bei jeder Berührung mit dem Innern in heftige Erschütterungen hervorrufende Dämpfe verwandelt wird.

Wenn man nun umgekehrt den Mond von innen aus anheizen könnte, so würden zunächst Wasserdampf und Gase aus demselben hervorbrechen, und zum Theil an der Oberfläche verdichtet, wieder eine Wasser- und Lufthülle bilden. Das ist der Zustand, in welchem das Gedeihen einer Lebewelt, wie die unsrige, allein möglich erscheint. Würde man nun immer weiter erhitzen, daß auch die äußerste Kruste allmälig wieder schmölze, so würden sich, wenn dieselbe zu glühen anfinge, der Atmosphäre reichliche Mengen Wasserdampf, Kohlensäure, und verschiedene metallische Verbindungen beimengen, mit einem Worte, es würde sich die Atmosphären-Beschaffenheit der düsterrothen Sterne herstellen. Aus den Erfahrungen unserer chemischen Laboratorien aber wissen wir, daß eine zu hohen Graden gesteigerte Temperatur im Stande ist, die Wirkung der chemischen Anziehungskraft, welche die verschiedenen Stoffe veranlaßt, sich miteinander zu verbinden, erfolgreich zu bekämpfen, so daß mit ihrer Hülfe jede zusammengesetzte Substanz in ihre Bestandtheile zerlegt werden kann. Man nennt dies erst vor einigen Jahrzehnten als allgemeines Naturgesetz erwiesene Verhalten die Dissociation (Auseinanderlösung) der Stoffe durch die Wärme. Es würde also nur einer entsprechend gesteigerten Temperatur, nicht viel höher als die höchsten Hitzegrade, die wir in unsern Schmelzöfen erzielen, bedürfen, um den Wasserdampf und alle zusammengesetzten Stoffe, die wir in der Atmosphäre der rothen Sterne gewahren, auf den Elementarzustand zurückzuführen, in welchem sie sich auf den Gestirnen der zweiten Gruppe befinden, für welche die Chemie noch eine unnütze, schlummernde Wissenschaft ist.

Lockyer glaubt nun, daß man die Fortsetzung der Processe, die wir in unseren Laboratorien hervorzurufen im Stande sind, in den Himmelsräumen

weiter verfolgen könne. Seine vergleichenden Beobachtungen über die fortschreitende Zahlverminderung der Elementarstoffe in den heißeren Gestirnen, wobei die dichteren Metalle zuerst verschwinden, leiteten ihn zu der Vermuthung, daß auch die sechzig bis siebzig Stoffe, welche die Chemiker nicht weiter zerlegbar fanden, und darum als die chemischen Elemente und Grundbestandtheile des Weltbaues betrachteten, durch Hitzegrade, wie wir sie freilich wohl niemals künstlich erzeugen werden, weiter zerlegt und dissociirt werden könnten, daß sie sich vielleicht nur als die verschiedenen Verdichtungszustände eines und desselben allerdünnsten Stoffes erweisen möchten. Gestützt darauf, daß im Lichte des Sirius wie in dem der Wega und anderer sehr heller Sterne, die Linien des Wasserstoffes mit vorherrschender Deutlichkeit auftreten, während diejenigen anderer Metalle kaum angedeutet erscheinen, stellte Lockyer die Hypothese auf, daß der Wasserstoff, der ja auch als ein Hauptbestandtheil der Nebelflecke nachgewiesen ist, gleichsam das Endprodukt der Dissociation der Weltstoffe, das letzte erkennbare Zeichen von dem Dasein der Materie sei, wie er ja auch der dünnste aller bekannten Elementarstoffe ist.

In neuester Zeit hat Lockyer diese Hypothese noch weiter zu stützen gesucht, indem er zeigte, daß sich das Spectrum der sogenannten Elemente ähnlich demjenigen zusammengesetzter Körper mit zunehmender Temperatur ändert, einzelne Liniengruppen schärfer hervortreten, andere verschwinden läßt, woraus er schließt, daß sogar der Wasserstoff, der Hauptbestandtheil der heißesten Sterne und der Nebelflecke, noch zusammengesetzt sei, so daß man einen noch einfachern oder dünneren Grundstoff annehmen müßte. Die dieser Anschauung zu Grunde liegende Anschauung von der Einheit des Weltstoffes, welche schwerlich jemals durch den Versuch bewiesen oder widerlegt werden kann, wird durch mancherlei philosophische, mathematische, physikalische und chemische Gründe gestützt. Schon das anerkannte Gesetz von der Einheit der Naturkräfte, die sich demnach ineinander verwandeln können, scheint als nothwendige Gegenbedingung die Einheit des Stoffes zu fordern. Außerdem deuten gewisse Regelmäßigkeiten in den die sogenannten Atomgewichte ausdrückenden Zahlen, aus denen der Chemiker Mendelejeff sogar das Vorhandensein bisher unbekannter Elementarstoffe, die nachher entdeckt wurden, berechnen konnte, der Umstand, daß die Wärme-Capacität der Elementarstoffe sich dem Atomgewichte umgekehrt proportional verhält und verschiedene Analogieen unter den einzelnen Elementarstoffen, die sich bei ähnlicher Dichtigkeit oft auch chemisch ähnlich verhalten u. s. w., darauf hin, daß der Grundstoff, aus dem ihre kleinsten Theile bestehen, derselbe ist. Das allgemeine Denken, d. h. das innere Vermögen, welches Spinoza seiner Substanz zuschrieb, äußert sich bei ihrer Verdichtung zu verschiedenen Elementarstoffen zunächst als ihre eigenthümliche chemische Kraft.

Wir haben also, diese Aufstellung zu Grunde gelegt, in den sich verdichtenden Massen der Fixsterne die Entstehung der chemischen Elemente nach

der Reihenfolge ihrer Dichtigkeit zu vermuthen. Was weiter mit fortschreitender Abkühlung geschieht, können wir in unseren Laboratorien beobachten. Wenn wir eine chemische Verbindung, z. B. Quecksilberjodid, in einem Glaskölbchen so stark erhitzt haben, daß es völlig in Jod und Quecksilber zerfallen ist, was man leicht an der purpurvioletten Farbe der Dämpfe des ersteren erkennt, und läßt darauf das Kölbchen langsam erkalten, so gewinnt die durch das Trennungsbestreben der Hitze besiegte chemische Anziehungskraft allmälig das Uebergewicht, Jod und Quecksilberdampf vereinigen sich, während die violette Färbung verschwindet, von Neuem zu Jodquecksilberdampf. So erwachen mit dem Abnehmen der Hitze auf den röthlich strahlenden Gestirnen die auf unserer Sonne noch für gewöhnlich schlummernden chemischen Anziehungskräfte, und beginnen das wunderbare Spiel, was auf den hinreichend erkalteten Planeten unter günstigen Temperaturbedingungen die höchsten Triumphe feiert. Auf die erste Vereinigung, aus welcher, wenn wir dieser geistreichen Aufstellung unser Vertrauen schenken dürfen, die Elementarstoffe entstanden sind, folgt eine zweite, welche die Gesammtheit der unorganischen Welt, eine dritte unter besondern gesteigerten Bedingungen, welche das Reich des Lebens darstellt. Nachdem wir so die Wandlung des Stoffes aus Zuständen, die wir nur ahnen, bis zu solchen, die wir vor uns sehen, verfolgt haben', wollen wir die Wandlungen der Form betrachten, die den eben geschilderten Vorgängen weit vorausgeeilt waren.

Die Weltnebel zerfielen in zahlreiche kleinere, rotirende Gaslinsen, deren jede einem Gestirnsysteme das Dasein gab. Je nach der Schnelligkeit ihrer wirbelnden Bewegung können wir uns dabei die Entstehung eines Doppelsternsystems, oder einer einfachen Sonne mit umkreisenden Planeten vorstellen. Unser Sonnensystem, welches uns als ein Gattungsbild unzähliger ähnlicher Welten, von denen wir nur den Centralkörper sehen, gilt, ist demnach aus einer Gaslinse hervorgegangen, deren Umfang durch die Bahn des äußersten Planeten bezeichnet wird. Dem deutschen Philosophen Kant, und nicht, wie es irrthümlicherweise meistens geschieht, dem französischen Astronomen Laplace muß das Verdienst zugeschrieben werden, schon 1754 diejenige kosmogonische Hypothese aufgestellt zu haben, welche in ihrer rein monistischen Durchführung noch heute die meisten Naturforscher befriedigt. Laplace hat mehr als vierzig Jahre später einzelne Sätze der „Allgemeinen Naturgeschichte des Himmels" von Kant, der das Problem unvergleichlich tief und universal erfaßt hatte, neu begründet und zum Theil verbessert. So weit diese Hypothese unser Planetensystem betrifft, erhebt sie sich fast zur Gewißheit, denn die gleichartige Bewegung von mehr als zweihundert Weltkörpern in diesem Raume, die alle wie der Centralkörper selbst, von Westen nach Osten in nahezu derselben Ebene ihren Umschwung vollenden, läßt keinen Zweifel an einem gemeinsamen Ursprung aus einer in demselben Sinne bewegten Nebellinse, wie sie bereits Kant voraussetzte, aufkommen. Die anfangs lang-

samere Bewegung dieser Linse mußte sich nach mechanischen Gesetzen, der fortschreitenden Verdichtung entsprechend, beschleunigen. Man kann sich diese bereits oben an einem Experimente erläuterte Erscheinung leicht so verdeutlichen, daß bei der allmäligen Zusammenziehung der langsam rotirenden Nebelkugel sich jedes Oberflächentheilchen in der Richtung einer geneigten Ebene bewegt, so daß durch den Fall zum Mittelpunkte seine Bewegung beschleunigt wird. Die Geschwindigkeitszunahme ist darnach für jeden Punkt der Oberfläche gleich derjenigen, welche er bei einem direkten Falle von seinem

Fig. 7.
Schema der Planeten-Bildung.

früheren zu seinem späteren Abstande vom Mittelpunkte erreichen würde. Wenn z. B. von der Drehungs-Geschwindigkeit unseres Sonnennebels, als er sich noch bis zur Neptunsbahn erstreckte, ausgegangen wird, so wird die Geschwindigkeitszunahme, welche durch die Zusammenziehung bis zur Uranusbahn entstehen mußte, dieselbe sein, wie die, welche durch einen direkten Fall, durch den zwischen diesen beiden Bahnen befindlichen Raum erzeugt worden wäre. In der That ergiebt die Rechnung, daß die beiderseitigen Geschwindigkeiten des Neptun und Uranus ziemlich genau in diesem Verhältnisse stehen, nur ist die des letzteren etwas geringer, ein Umstand, der sich leicht nach der Ennis'schen Theorie (S. 4) erklärt, wenn man annimmt, daß beständig ein Theil der äußern Geschwindigkeit durch Reibung gegen den langsamer bewegten Theil der innern Sonnenmasse verloren gehen mußte.

Man findet ferner durch Rechnung, daß jene Beschleunigung der Umdrehungsgeschwindigkeit durch die Zusammenziehung mehr als ausreichend ist,

um in den äußern Theilen der Nebelmasse eine solche Rotationsgeschwindigkeit zu erzeugen, daß die Centrifugalkraft der Centripetalkraft gleich wird oder sie übersteigt, so daß sich Nebelringe von der Aequatorzone loslösen müssen. Indessen wird diese Beschleunigung immer mehr durch die Reibung gegen die innere Masse verzehrt werden, je mehr man sich dem gar nicht oder langsamer rotirenden Centrum des ganzen Systems nähert. Daher mag es kommen, daß die Aequatorialgeschwindigkeit der Sonne heute bedeutend geringer ist, als zur Zeit, da sie sich noch bis zur Merkursbahn erstreckte, und daß sie schließlich überhaupt aufgehört hat, neue Planetenringe abzuschleudern. In einem Experimente von Plateau, bei welchem ein großer Oeltropfen in einer gleichschweren Mischung von Alkohol und Wasser in

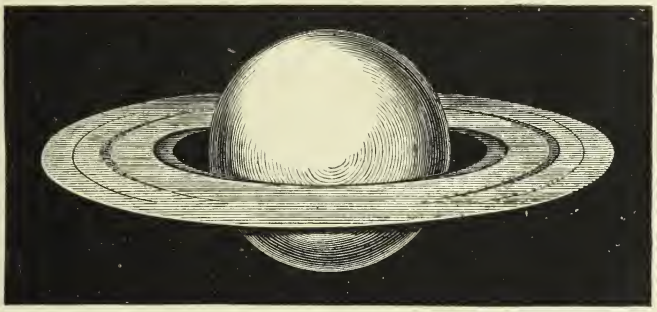


Fig. 8.
Saturn.

Rotation versetzt wird, hat man bekanntlich ein Mittel für den Anschauungsunterricht gefunden, um die Planetenbildung nachzuahmen. Das großartigste und schon von Kant in dieser Richtung eingehend gewürdigte Schauspiel dieser Art sehen wir aber in der Bildung der Saturnringe vor uns, wobei sich die Loslösung der Ringe vom Centralkörper deutlich dem Auge darstellt. (Fig. 8.)

Da die Theile des abgelösten planetarischen Ringes eine ungleiche Geschwindigkeit besitzen, so erklärt sich daraus im Allgemeinen, wie durch die Vereinigung derselben zu einer Masse eine Rotation der geschwinder bewegten Theile um die langsameren entstehen mußte. Dieser Vorgang ist im Uebrigen noch sehr dunkel, und es erscheint als wahrscheinlich, daß sich niemals sämmtliche Theile eines Ringes mit einem Male zu einem Weltkörper vereinigen konnten, sondern zum Theil als Meteorschwärme ihren Weg fortsetzen mußten. Dieselben wurden aber wahrscheinlich nach und nach von dem Hauptplaneten aufgezehrt, wenn sie durch Veränderung ihrer Umlaufs-Geschwindigkeit in seine Nähe kamen, so daß sich nach und nach die Bahn von den noch übrigen Resten des Meteorringes reinigte.

An den Planeten mußte sich derselbe Vorgang wiederholen, sofern ihre Masse und Anfangsgeschwindigkeit groß genug war, um durch Beschleunigung ihrer Bewegung Aequator-Ringe abzusondern. Aus dem Vorhergesagten wird es klar sein, weshalb nur die größeren Planeten im Stande gewesen sind, Mondringe in zum Theil sehr häufiger Wiederholung abzuschleudern. Uranus, Saturn und Jupiter haben diesen Vorgang zu oft wiederholten Malen durchgemacht, beim Saturn dauert er, wenn nicht Alles trügt, noch fort; der Mars hat nur zwei, ihn sehr schnell umkreisende, kleine Monde erhalten, die Erde einen und die innern Planeten vielleicht gar keinen. Bei den äußeren, viel größeren Planeten mußte dieser Wiederholung noch der Umstand zu Gute kommen, daß sie ihre Wärme vermöge ihrer größern Massen viel weniger schnell auszustrahlen vermochten. Sie sind wahrscheinlich zum Theil jetzt noch von glühend heißen Dämpfen umgeben, wenn sie überhaupt bereits einen festen Kern besitzen. Was wir sehen, ist wahrscheinlich nur der Umriß ihrer Dampfkugel, und damit würden sich die langgezogenen dunkleren Querstreifen, die man häufig auf der Oberfläche von Saturn und Jupiter gewahrt, wahrscheinlich als aus dem Innern der heißen Planeten hervorbrechende Dampfmassen deuten lassen, die sich durch die Rotation über weite Zonen verbreiten. Ein großes Interesse bei den Astronomen hat in dieser Beziehung vor einigen Jahren der vielbesprochene „rothe Fleck" erregt, der viele Monate lang auf der Oberfläche des Jupiter sichtbar blieb, bevor er völlig verschwand. Der englische Astronom Proctor hat besonders darauf aufmerksam gemacht, daß man sehr oft auf dem Jupiter perlschnurartige Wolkenzüge gleichlaufend mit dem Aequator ausgebreitet sieht, wie sie entstehen müssen, wenn an einer bestimmten Stelle dieses Planeten aus dem Innern gewaltige Dampfwolken in kurzen Zwischenräumen hervorbrechen und aufsteigen. Man hat diese Wolkenzüge Schatten auf tiefere Schichten werfen sehen, und nach alledem geschlossen, daß diese Planeten zum Theil noch in Zuständen befindlich sein mögen, wie sie Mars und Erde vor undenklichen Zeiten durchgemacht haben, womit auch ihre geringe Dichte übereinstimmt. Diese geringere Dichte kann aber auch vielleicht zum Theil darauf zurückgeführt werden, daß die äußersten Planeten aus den äußersten Theilen des Sonnennebels abgeschleudert wurden, dessen Dichte gewiß nach innen zunahm, indem die schwersten seiner Bestandtheile sich näher um den Mittelpunkt schichteten. Daraus würde sich erklären, weshalb die Dichtigkeit der Planeten im Sonnensysteme nach innen stetig zunimmt, so daß der der Sonne nächste Planet, der Merkur, auch der dichteste ist.

Aehnliche Gluthprocesse, wie wir sie auf dem Jupiter vermuthen, aber natürlich in einem viel gewaltigeren Maßstabe, sehen wir noch heute alltäglich auf der Sonne vor sich gehen, deren noch immer sehr bewegliche Oberfläche sich nach der Geburt des Merkur noch im Mittel fünfzehn Millionen Meilen zurückgezogen hat. Hier ist es wieder die Spectralanalyse, welche die erstaun-

lichsten Ergebnisse geliefert hat. Noch bis zur Mitte unsres Jahrhunderts glaubte man, daß die Sonne möglicherweise ein bewohnbarer dunkler und kühler Weltkörper mit einer licht- und wärmeaussendenden Hülle sein könnte; durch die Bunsen-Kirchhoff'sche Entdeckung aber wissen wir, daß er ein über und über glühender Feuerball ist, an dessen Oberfläche fortwährend die gewaltigsten Explosionen und Verbrennungsprozesse auftreten. Seit mehreren hundert Jahren kannte man die Erscheinung der Sonnenflecken, dunkler Stellen, die oft Theile der hellen Scheibe von dem Umfange ganzer Erdtheile bedecken, und an der Rotation der Sonne Theil nehmen; später unterschied

Fig. 9.
Fackeln, Flecken und Protuberanzen der Sonne.

man auch stärker leuchtende Theile, sogenannte Sonnenfackeln, die meist in der nähern Umgebung der Flecken auftreten, und endlich beobachtete man während der totalen Sonnenfinsternisse über den Rand des bedeckenden Mondes hinausragende glühende Erhebungen (siehe Fig. 9 und 10), die sogenannten Protuberanzen.

Man erkannte bald, daß die auf der Fläche des Sonnenkörpers hervortretenden Lichtfackeln identisch sind mit den am Rande hervortretenden Protuberanzen, welche am häufigsten die Gestalt feuriger Zungen zeigen, und in die man erstere direkt übergehen sieht, wenn der Lichtfleck bei der Umdrehung des Sonnenkörpers an den Rand gelangt. In mächtigster Ausbildung wurden derartige Protuberanzen bei der totalen Sonnenfinsterniß des Jahres 1868 beobachtet, wobei es vermittelst der Spectralanalyse gleichzeitig gelang, ihre wahre Natur zu enträthseln. Man sah damals neben mehreren andern Protuberanzen eine in lebhaftester Karmingluth erstrahlende spiralig gewundene Lichtsäule sich auf zwanzigtausend geographische Meilen über den Sonnenrand erheben, der, wie gewöhnlich, von einem weißglänzenden Strahlenschein, der

sogenannten Corona, umgeben war. Diese rothe Feuersäule, die man auf Fig. 10 dargestellt sieht, ergab sich durch das Spectroskop betrachtet, als hauptsächlich aus glühendem Wasserstoff bestehend.

Nachdem man später diese aus der Sonnenoberfläche hervorbrechenden Eruptionen glühender Gase auch in gewöhnlichen Zeiten zu beobachten gelernt hatte, so daß man während längerer Zeitperioden ihre Wandlungen verfolgen konnte, hat sich ergeben, daß sie, wie dies bei derartigen Erscheinungen nicht anders erwartet werden konnte, eine große Veränderlichkeit ihrer Formen

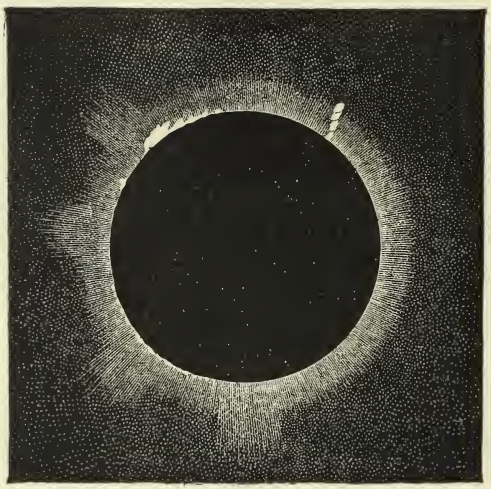


Fig. 10.
Sonnenfinsterniß vom 18. August 1868.

zeigen, von Stunde zu Stunde dieselben wechseln, bis sie an der betreffenden Stelle ganz verschwinden. Man hat ferner eine gewisse Periodicität dieser Erscheinungen festgestellt, die sich mit der längst bekannten eilfjährigen Periode der Sonnenflecken deckt. Wie die Sonnenflecken in einem Zeitraum von wenig über eilf Jahren eine Periode größter Häufigkeit und Ausdehnung und eine solche geringster Zahl und Masse zeigen, so auch die Protuberanzen, und dieser Zusammenhang erklärt sich leicht, da man in den Flecken nunmehr die gewaltigen Rauchwolken erkannt hat, die durch jene ungeheuren Verbrennungsprozesse erzeugt werden, und die sie für unsre Blicke gewöhnlich verdecken. Man hat nachweisen können, daß in ihnen die Verbrennungsprodukte von Wasserstoffgas und Eisen, also Wasserdampf und Eisenoxyd vorwiegen.

Während nun in den Zwischenzeiten der Ruhe die Sonne beinahe über ihre ganze Oberfläche mit kleineren Flämmchen von der Form der Weidenblätter bedeckt erscheint, die der Scheibe bei photographischen Aufnahmen, welche in einem sehr kurzen Zeitabschnitt angefertigt werden, ein gekörntes

Aussehen geben, steigen in den Zeiten der Erregung gewaltige Feuer-Eruptionen an mehr vereinzelten Stellen empor, die explosionsartig brennende Massen zu ungeheuren Höhen emporschleudern, oder glühende Wirbelwinde erzeugen, denen gewundene Feuersäulen entsprechen, wie die auf der vorstehenden Figur abgebildete. Mitunter beobachtet man dabei Erscheinungen, wie sie die glühende Phantasie eines Dante, oder der Feuereifer eines die Schrecken der Hölle ausmalenden Zeloten nimmermehr ersonnen hätte. So erblickte der

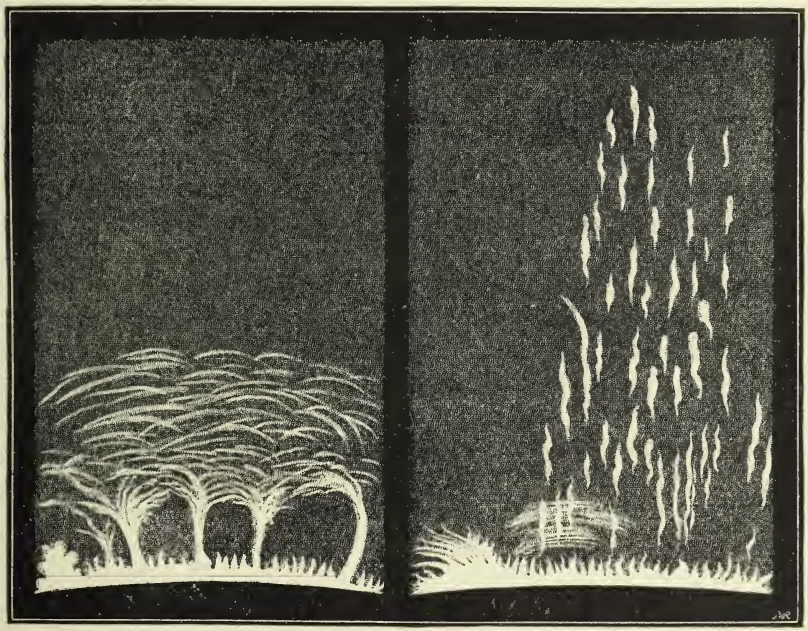


Fig 11.
Explosion einer Sonnenprotuberanz nach Young.

Astronom Young am 7. September 1871 eine riesige Wasserstoff-Protuberanz, von der häufig vorkommenden charakteristischen Form, welche man den „Feigenbaum-Typus" genannt hat. Sie war 161000 Kilometer breit und 87000 Kilometer hoch. Als nun Young nach einer Pause, während welcher er von seinem Instrumente weggerufen worden war, wieder hineinblickte, sah er die Protuberanz durch eine Explosion zersprengt. Die einzelnen brennenden Theile der Masse hatten in zehn Minuten die Höhe von zweihunderttausend Meilen über der Sonnenoberfläche, und eine Geschwindigkeit von zweihundertsechszig Kilometer in der Secunde erreicht.

Um diese periodischen Feuerausbrüche zu erklären, hat Respighi die Theorie aufgestellt, daß die Oberfläche des Sonnenkörpers sich zur Zeit in einem dickflüssigen Zustand befinde, der den kleineren Gasblasen, die sich im

Innern entwickeln, für gewöhnlich den Durchbruch gestatte, darauf aber stellenweise durch weitere Abkühlung und Starrerwerden denselben verhindere, bis sich große Dampfmassen angesammelt haben, die dann durch äußere oder innere Ursachen veranlaßt, in gewaltigen Explosionen hervorbrechen. Durch die damit verbundene starke Wärmeentwickelung wird dann aber wieder für einige Zeit die Dünnflüssigkeit der Oberfläche befördert, so daß die Gase einen gleichmäßigeren Austritt erhalten, bis sich das Spiel wiederholt. Wir müssen offenbar der Periode chemischer Thätigkeit, in die der Sonnenkörper eingetreten ist, einen guten Theil an dem Ersatz der uns so wohlthätigen Sonnenwärme beimessen. In den oben erörterten Urzuständen der Gestirne und auf den heißesten Sternen können chemische Verbindungen nicht bestehen; aber durch allmälige Abkühlung wird ein Zustand herbeigeführt, in welchem die chemischen Verwandschaften erwachen, und Verbindungen der Elemente unter einander stattfinden, wobei Wärmemassen entbunden werden, welche die weitere Abkühlung sehr verlangsamen müssen. Dadurch muß ein Spiel großartiger Neuverbindungen und Wiederzersetzungen entstehen, denn die gewaltige Wärmeentbindung der Eruptionen wird jedesmal eine Menge von Verbindungen auf's Neue zerlegen, die sich in den kühleren Theilen der Dampfhülle bereits gebildet hatten. Man wird sich dieses riesenhafte chemische Laboratorium so vorstellen müssen, daß sich die Stoffe in dem Kern sowohl, wie in der wallenden Dampfhülle in verschiedenen Schichten abgesondert haben, die ihrer abnehmenden Schwere entsprechen, und hierbei können Elemente von einander getrennt worden sein, die durch Eruptionen in Berührung gebracht, erst in höheren Regionen der Dampfhülle zu Explosionen führen.

Schon das Spectroskop hat uns mit einer chemischen Ungleichheit der den Sonnenkörper wie Zwiebelschalen umgebenden Dampfhüllen bekannt gemacht, und man unterscheidet darnach von unten oder innen ausgehend, die Leuchtschicht (Photosphäre), umkehrende Schicht, Chromosphäre und Corona, welche letztere die weit ausgedehnte dünne Atmosphäre darstellt, die bei totalen Finsternissen wie ein Heiligenschein den verdunkelten Sonnenkörper umhüllt. Wahrscheinlich bestehen jene untersten Schichten der Dampfhülle aus schweren Metalldämpfen, über denen die Dämpfe von Leichtmetallen sich erheben, worauf erst später Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff u. s. w. folgen mögen. In diesen äußern Schichten, die man die Verbrennungsschichten nennen kann, würden also jene Explosionen emporgeschleuderter Massen entstehen, und es erklären diese Processe der äußern Schichten wahrscheinlich den Umstand, daß die Linien der in ihnen vorhandenen Gase, wie z. B. des Sauerstoffgases, im Sonnenspectrum dauernd leuchtend erscheinen, während diejenigen der Metalle und auch des Wasserstoffs gewöhnlich dunkel erscheinen, weil ihre Strahlen nämlich dicke gleichartige Dampfhüllen durchdringen müssen, während sie ebenfalls leuchtend erscheinen, wenn die ihnen entsprechenden Stoffe, in die höhern Regionen geschleudert, sich dort verbinden (verbrennen).

Das Eintreten solcher Processe in größeren Ausdehnungen hat man in neuerer Zeit zur Erklärung einer Naturerscheinung benützt, welche die Phantasie der Menschen jedesmal in eine gewaltige Aufregung versetzt hat, das Wiederaufleuchten der Sterne, oder die Erscheinung sogenannter „neuer Sterne". Schon zu den Zeiten Tycho Brahe's und Kepler's erregte die Erscheinung blendend heller, neuer Sterne in der Cassiopeja, im Schwan und im Schlangenträger das größte Aufsehen. Man hat in jenen Zeiten angesichts solcher Erscheinungen wohl geglaubt, einem Schöpfungsakte beizuwohnen, aber man hat sich in jedem solcher Fälle bald überzeugen müssen, daß es sich dabei stets nur um ein kurzes Aufleuchten halb erloschener Sterne handelte, während wir andererseits wissen, daß Weltenbildungen unendliche Zeiträume zu ihrer Vollendung bedürfen. Der plötzliche, zuweilen die Sterne erster Größe überstrahlende Glanz der neuen Sterne ist in jedem Falle bisher innerhalb weniger Monate wieder auf die frühere matte Helligkeit, ja bis zur Unsichtbarkeit für das bloße Auge hinabgesunken. Diese kurze Dauer ihres Leuchtens macht sie indessen dem Naturforscher womöglich noch anziehender und schon Newton glaubte an ihre Erscheinung die Idee von Weltkatastrophen knüpfen zu dürfen, indem er an ein Zusammenprallen halb erloschener Weltkörper, die durch den ungeheuren Stoß für kurze Zeit von Neuem entflammt würden, dachte.

Die Annahme, daß Weltkörper im Raume aufeinanderprallen können und dies so lange fortsetzen müssen, bis sich ihre Bahnen völlig von solchen Möglichkeiten befreit haben, ist in neuerer Zeit von Du Prel zu einer besonderen Theorie ausgeführt worden, die er den „Kampf um's Dasein am Himmel" nennt. Dafür, daß solche Katastrophen früher stattgefunden haben, wird wohl auch die Schaar der Planetoiden zwischen Mars und Jupiter angeführt, die sich aber ebensogut als die Theile eines Sonnenringes auffassen lassen, der sich in Folge schnell zunehmender Schwungkraft in viele Zonen theilte, die sich zu ebensovielen kleinen Planeten verdichtet haben. Daß eine Reinigung und Befreiung des Raumes von umherirrenden kleineren Trümmern beständig stattfindet, und ehemals wahrscheinlich in einem größern Maßstabe als jetzt, beweisen die Meteoritenfälle, allein ein Zusammenprallen größerer Weltkörper scheint nach der Nebularhypothese, die von einer Reinigung des Raumes durch zusammenfallende Nebelmassen ausgeht, nicht sehr wahrscheinlich. In den so entstandenen Sternen- und Planetensystemen werden sich die einzelnen Weltkörper stets in verschiedenen Bahnen nach denselben Richtungen bewegen, so daß eine Begegnung untereinander ausgeschlossen ist. Wie schon oben bemerkt wurde, ist hier eine Ausnahme für Theile desselben Absonderungsringes wahrscheinlich, die, wenn sie eine auch noch so geringe Verschiedenheit ihrer Geschwindigkeit erlangten — und dazu konnte das widerstehende Mittel im Raume führen — sich schließlich miteinander vereinigen mußten, ein wichtiger Umstand, der, so viel mir bekannt, in den kosmogonischen Systemen bisher keine Berücksichtigung gefunden hat.

Seit der Entdeckung der spectralanalytischen Methode, welche geeignet ist, uns über die Natur der Erscheinungen im Reiche des Lichtstrahls näheren Aufschluß zu gewähren, haben sich bereits zweimal neu aufleuchtende Sterne der Beobachtung dargeboten, nämlich im Jahre 1866, wo in der nördlichen Krone ein hellleuchtender Stern aufflammte, und im November 1876, als im Schwan ein, wenn auch weniger heller Stern die Aufmerksamkeit auf sich zog. Das Spectrum der neu aufleuchtenden Sterne zeichnet sich, wie Huggins und Miller schon 1866 fanden, und wie es vor acht Jahren wieder bestätigt werden konnte, vor demjenigen der gleichmäßig fortleuchtenden Fixsterne und Sonnen durch das Hervortreten heller Linien aus, unter denen beidemale die Wasserstofflinien einen besonders starken Glanz entfalteten. Da etwas Aehnliches, wie wir oben sahen, in den Fackeln oder Protuberanzen der Sonne stattfindet, so gründete Zöllner auf dieses Verhalten die Hypothese, daß es

Fig. 12.
Spectrum des Sternes T in der nördlichen Krone am 15. Mai 1866.
Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die leuchtend gewordenen Linien.

sich bei einem solchen Aufleuchten wahrscheinlich um eine Art vulkanischer Eruptionen oder allgemeiner um Durchbrüche einer dünnen Erstarrungsrinde handele. Die genauere Beobachtung des neuen Sternes im Schwan hat O. Lohse zu einer den schon erwähnten Vorgängen auf der Sonne entsprechenden Hypothese geführt, die sich besser dem regelmäßigen Entwickelungsgange der Weltkörper einfügt. Durch die fortschreitende Abkühlung der aus glühenden Dämpfen und Gasen bestehenden Masse eines selbstleuchtenden Weltkörpers (Fixstern's) muß schließlich eine atmosphärische Hülle erzeugt werden, die das Licht in so starkem Grade verschluckt, daß der Stern von der Erde aus nicht mehr, oder doch nur sehr undeutlich gesehen werden kann. Wenn dann durch weitere Ausstrahlung der Abkühlungsgrad erreicht wird, welcher für die Bildung derjenigen chemischen Verbindungen erforderlich ist, die einen wesentlichen Theil des Ganzen bilden, so wird bei Vereinigung der betreffenden Elementarstoffe eine so bedeutende Wärme- und Lichtentwicklung stattfinden, daß der Stern plötzlich auf große Entfernungen hin für längere oder kürzere Zeit wieder sichtbar wird.

In diesen chemischen Vorgängen auf den Fixsternen haben wir offenbar einen theilweisen Ersatz der ungeheuren Wärmemengen zu erkennen, die sie beständig in den Raum ausstrahlen, und in demselben Grade natürlich auch

eine Verlangsamung des Abkühlungsprocesses. Schon längst haben die Naturforscher erwogen, daß ein solcher Ersatz stattfinden müsse, und man hat unter andern an Meteoritenschwärme gedacht, die das Sonnenfeuer beständig nähren sollten, wie die aufgeschütteten Kohlen das Kaminfeuer. Der im vorigen Jahre verstorbene deutsche Physiker William Siemens hat sogar eine geistreiche Hypothese erdacht, wonach der Sonnenball an seinem Aequator beständig verbrannte Stoffe in den Raum hinausschleudern, sie dort durch seine Lichtstrahlen zersetzen und als neues Brennmaterial an den Polen wieder heranziehen sollte, so daß ein Kreislauf der Verbrennungsstoffe im Planetenraum anzunehmen sei, bei welchem nur geringe Verluste stattfänden. Die Hauptmenge der Sonnenwärme dürfte aber, nach wie vor, von der fortschreitenden Zusammenziehung des Sonnenkörpers selbst geliefert werden. Helmholtz hat eine Rechnung ausgeführt, nach welcher die Masse der Sonne, wenn sie durch plötzliche Verdichtung eines Urnebels von der Ausdehnung ihres Planetensystems entstanden wäre, eine Temperatur von achtundzwanzig Millionen Grad Celsius erhalten haben würde. Dieselbe Wärmemenge wird natürlich auch nach und nach bei der allmäligen Verdichtung frei, und ihr ist es zu verdanken, daß auf der Erde und wahrscheinlich auch auf andern Planeten unseres und anderer Systeme ein Leben, wie wir es kennen, möglich wurde, und während ungeheurer Zeiträume erhalten blieb, so daß es sich zu den hohen Stufen emporarbeiten konnte, die wir sehen und ahnen.

Alles Leben, sowohl dasjenige, dessen Spuren wir in den Erdschichten begraben finden, als dasjenige, welches sich noch des rosigen Lichtes freut, müssen wir als verkörperten Sonnenstrahl betrachten, denn die grüne Pflanze, auf deren Dasein die Ernährung der Thiere, wie auch der Schmarotzerpflanzen beruht, ist nur im Lichte und in der Wärme im Stande, aus unorganischen Stoffen ihren Körper aufzubauen. So bilden jene gewaltigen Gluthprocesse und Feuerstürme der Sonne, deren Schilderung die kühnste Feder ermatten würde, die belebende Flamme eines Weltallherdes, an welcher sich alle unsere irdischen Feuer entzünden: von der durch Holz und Steinkohlen genährten Gluth unserer Oefen und Dampfkessel an, bis zu dem sanften Feuer, welches in unsern Herzen und Seelen glüht. Man braucht nicht so weit zu gehen, mit einigen neueren Philosophen in jenen Glutherscheinungen der Gestirne nur eine andre Form des Lebens zu sehen, welches das planetarische Leben anfacht, immer wird man empfinden, wie tief berechtigt der Sonnendienst der alten Kulturvölker gewesen, und wie tief erfaßt jene Inschrift der ephesischen Diana, der vielbrüstigen Personifikation der Natur war, welche lautete:

„Tiefes Dunkel ist mein Dunkel, zur Sonne blick' auf,
die allein Leben giebt, strahlend."

II.

Aus dem Tagebuche der Erde.

Oftmals hat sich gewandt auf Erden der Gegenden Schicksal,
Ich sah selber als Meer, was fester und trockener Boden
Vormals war; ich sah aus Wogen gewordene Länder,
Fernab lagen vom Meer in der See einheimische Muscheln.
Ovid, Metamorphosen XV. 261—264.

Ueber die Erdbildung sind, wie seit jeher, auch in der neuesten Zeit die verschiedenartigsten Ansichten ausgesprochen worden. Es hat nicht an Kosmologen gefehlt, die daran zweifeln, daß die Erde jemals durch einen feuerflüssigen Zustand hindurch gegangen sei, wie denn Nordenskiöld sie am liebsten für ein Ballungserzeugniß des im weiten Raume zerstreueten Meteorstaubes ansehen möchte, während Andre meinen, sie sei in fester Gestalt aus den heißen Dämpfen des Urzustandes herauskrystallisirt. Aber wenn man gerecht sein will, muß man eingestehen, daß alle diese Hypothesen sehr viel weniger Wahrscheinlichkeit besitzen, als die bisher auf diesen Blättern angedeutete, die noch mit allen bis jetzt bekannten Thatsachen in Einklang gebracht werden konnte. Nach dieser an die Nebularhypothese sich anschließenden Theorie hat die Erde zur Zeit ihrer Lostrennung von der Sonne ebenfalls die Gestalt einer Dampflinse von ungeheurer Ausdehnung besessen, denn noch als sich der Mond loslöste, muß ihr Durchmesser 104000 Meilen, ihre Umdrehungsgeschwindigkeit aber fast nur den dreißigsten Theil der heutigen betragen haben, wie eben dieser Mond beweist, der die damalige Geschwindigkeit der Erdumdrehung erhalten hat. Diese Geschwindigkeit vermehrte sich mit der bei den kleineren Planeten natürlich schneller als beim Jupiter, Saturn u. s. w. fortschreitenden Abkühlung. Auch die Erde wird für ihre nähern Nachbarn nacheinander das Aussehen eines kleinen bläulichen, dann gelben und endlich röthlichen Sternes dargeboten haben, ehe sie aufhörte, mit eigenem Lichte zu leuchten. Ja wahrscheinlich erscheint sie noch jetzt etwaigen äußern Beobachtern als röthlicher Stern, wie der in den meisten Beziehungen ihr ähnliche Mars,

aber nunmehr nur, weil das von beiden zurückgeworfene Sonnenlicht, bei dem zweimaligen Durchgange durch ihre Atmosphären, die blauen Strahlen einbüßt, die ihre Himmelswölbung färben. Unter dem Druck einer schweren Atmosphäre würden sich erst die dichtesten Stoffe um den Mittelpunkt der Nebelkugel zu einer Flüssigkeit gesammelt haben, dann mußten nach und nach durch ihren unausgesetzten Wärmeverlust gegen den eisig kalten Weltraum auch die minder schweren folgen, so daß allmälig ein glühender Weltentropfen von stufenweise gegen den Mittelpunkt zunehmender Dichtigkeit entstanden war. Es ist dies die wahrscheinlichste Annahme, obwohl es, wie gesagt, auch nicht an Physikern und Geologen fehlt, welche glauben, daß die ersten Anfänge der Erde sich in fester Gestalt aus den glühenden Dämpfen abgeschieden hätten. Wenn wir der ersteren Annahme folgen, so müssen wir uns denken, wie dann später die ersten schollenartigen Anfänge einer festen Kruste auf der flüssigen Gluthoberfläche erschienen, die sich, anfangs frei umherschwimmend, allmälig mit einander vereinigten, und so einen immerfort an Stärke zunehmenden Panzer bildeten, der wohl ab und an durch Spalten oder gewaltsame Eröffnungen ein Austreten der flüssigen Masse gestattete, aber nur, um sich durch Auflagerung derselben zu verstärken.

Welcher Zeitraum verflossen sein mag, von dem Tage, an welchem die Sonne dieses ihr Fleisch und Blut in die kalte Welt hinausgeworfen, von jenem ersten, über einen Monat langen Tage bis zu dem, wo ihre Gluthstrahlen zum ersten Male einen harten, festumgürtenden Panzer trafen, dürfte schwerlich je einer Berechnung zugänglich werden; es hat mindestens, wie wir zu sagen pflegen, eine halbe Ewigkeit gedauert. Dagegen hat man das Alter der mit fester Hülle versehenen Mutter Erde allen Ernstes zu bestimmen gesucht und dabei Annäherungswerthe erhalten, die bei einer so interessanten Frage mit allem Vorbehalt mitgetheilt werden mögen. Ueber die Zeit, in welcher die Erdveste ihren Namen zu verdienen begann, ist nämlich ein freilich etwas später ausgefüllter Taufschein übrig geblieben, in ihrer Abplattung. Die Erde ist bekanntlich nicht rund, sondern an den Polen abgeplattet und zwar um fast $^1/_{300}$ ihrer Drehungsachse. Die Stärke der Abplattung einer rotirenden Kugel aus weicher Masse richtet sich nach der Schnelligkeit ihrer Umdrehung, und wird sich mit derselben so lange verändern, bis das Entstehen eines harten Schalengerüstes ein weiteres Nachgeben verhindert. Man kann also diese Abplattungsgröße mit einiger Wahrscheinlichkeit als ein versteinertes Merkmal der Umdrehungsdauer zur Zeit ihres äußerlichen Erstarrens betrachten. Denn daß die obige Größe keinenfalls der heutigen Dauer eines Erdentages entspricht, vielmehr bei der Annahme, daß die Dichtigkeit der Erde gegen ihren Mittelpunkt unendlich zunehmen muß, fast doppelt so groß ist, als sie diesen Voraussetzungen gemäß sein müßte, fand bereits der berühmte Physiker und Mathematiker Huygens. Es scheint daraus zu folgen, daß die Umdrehung ehemals viel schneller gewesen sein müsse, und daß im äußersten

Falle die Tage, in denen sich jene Abplattungsgröße feststellte, nur etwas über siebenzehn Stunden lang gewesen sein können.

Nun glaubte zwar Laplace gefunden zu haben, daß sich die Tageslänge, seit Hipparch seine astronomischen Beobachtungen aufgezeichnet hat, nicht um den hundertsten Theil einer Sekunde verlängert haben könne, allein neuere Astronomen, Hansen, Adams und Delaunay wiesen mit überzeugender Sicherheit nach, daß sich allerdings innerhalb der jüngst verflossenen zwei Jahrtausende, seitdem man genauere astronomische Beobachtungen angestellt hat, die Tagesdauer um den 85. Theil einer Sekunde verlängert haben müsse. Der Königsberger Weltweise hatte bereits vor 124 Jahren, obwohl damals noch keine astronomischen Beobachtungen zu einer solchen Annahme Veranlassung gaben, eine Ursache ausfindig gemacht, die eine beständige, wenn auch geringe, Verlangsamung der Erdumdrehung zur Folge haben mußte, nämlich das der Erdbewegung entgegengesetzte Fortschreiten der Fluthwelle, welche die Mond-Anziehung hervorruft. Nehmen wir an, daß diese auch von neuern Forschern anerkannte Widerstandskraft gleichmäßig dahin gewirkt habe, in jedem Jahrtausend den Tag um $^1/_{170}$ Sekunde zu verlängern, so würde der Zeitpunkt, in welchem sich das heute meßbare Abplattungsverhältniß verewigte, höchstens um vier Milliarden Jahre rückwärts zu datiren sein. J. Klein, der diese Rechnung zuerst angestellt hat, will nur die Hälfte dieser Zeit als Alter der festen Erdkruste annehmen, aber ich glaube, er hat dabei die beschleunigende Wirkung der ferneren Zusammenziehung außer Acht gelassen, die diesen Zeitraum noch erweitern würde. Es müßte also, wie bei der Sonne, anfangs eine Beschleunigung und nachher eine Verlangsamung der Achsenbewegung eingetreten sein, wenn obige Voraussetzungen richtig sind. Auf einige Millionen Jahre kommt es bei diesen Rechnungen nicht an, es ist aber von größtem Werthe, zu sehen, daß außer den geologischen Funden auch physikalische Gründe zu der Annahme eines ungemein hohen Alters der Erdveste führen.

Die Vorstellung, welche wir uns von der ursprünglichen Erdkruste machen können, ist um so unbestimmter, als davon schwerlich nachweisbare Spuren auf unsere Zeit gekommen sein dürften. Aus allgemeinen Gründen kann man annehmen, daß sie vorzugsweise aus den Verbindungen der Erd- und Leichtmetalle mit Kieselsäure bestanden haben müsse, da die überwiegende Menge der schwereren Metalle nicht an der Oberfläche der feuerflüssigen Kugel gesucht werden dürfte. Auf die kaum gebildete Kruste schlugen sich dann zunächst wohl aus der dampfreichen Atmosphäre die flüchtigen Chlorverbindungen, das Chlornatrium oder Kochsalz, Chlorcalcium, Chloreisen u. s. w., nieder, und in dieser obersten Salzschicht haben wir wahrscheinlich die Lösung der Frage zu suchen, mit der sich noch das späte Volksmärchen deutend beschäftigte, „warum das Meer salzig ist". Denn salzig scheint das große Wasser von Urbeginn gewesen zu sein; erst aus späteren Erd-Epochen

bringen zweifellose Süßwasserthiere die Nachricht von dem Vorhandensein von Süßwasserseen und Flüssen in dem ausgelaugten Boden. Es fehlt im Uebrigen nicht an Naturforschern, die umgekehrt eine allmälige Versalzung der großen Wasserbecken durch Auslaugung der chlorhaltigen Mineralien für wahrscheinlicher halten und sogar die Jahrtausende berechnen, die dazu nöthig gewesen; allein schon in sehr alten Schichten findet man Salzlager als Ueberreste damaliger Salzmeere.

Die Atmosphäre der Urwelt müssen wir uns außerordentlich trüb und schwer vorstellen, denn sie enthielt ungeheure Massen Wasserdunst und Kohlensäure; wohl aller Kohlenstoff, welchen jetzt die Lebewelt und die Kalk- und Kohlenlager enthalten, befand sich uranfänglich in der Luft, die kein Landthier zu athmen vermocht hätte. Eine trübe, unwirthliche Welt, in welcher selbst die Phantasie sich nicht heimisch findet. Die Scheidung des Festen von dem Flüssigen, welche in ihr zum ersten Male stattfand, nachdem vorher nur ein allmäliger Uebergang vom tropfbar zum gasförmig flüssigen Zustand vorhanden gewesen, bildet den eigentlichen Inhalt der Kosmogonieen philosophisch geschulter Geister der alten Welt. Lucrez und Ovid schildern uns, wie sich aus dem Chaos die vier Elemente ihrer Schwere nach sonderten, die Erde zu unterst, vom Wasser umflossen, darüber die Luft und hoch oben der Feuerhimmel. Die Gestirne und der ganze sogenannte Feuerhimmel mußten natürlich, so lange die Erde als Mittelpunkt des Weltalls gedacht wurde, mit ihr aus gleichem Schooße hervorgehen, daher dieses Aufsteigen des Feuers, dessen Vorbild die Philosophen und Dichter in dem Emporstreben ihrer Freundin, der Lampenflamme, sahen. Wir glauben aber vielmehr schließen zu müssen, daß sich das vierte Element, wenn wir bei der Auffassung der Alten bleiben wollen, langsam, aber ununterbrochen tiefer in den Busen der Erde zurückgezogen hat, aus welcher es sein Dasein noch heute, theils durch die zunehmende Wärme des Erdinnern und seine Heiß-Wasserquellen, theils unmittelbar durch feuerflüssige Boten vermeldet. Den Zeitraum zwischen der Krustenbildung und dem Niederschlag der Wasser dürfen wir uns nicht als ungeheuer ausgedehnt vorstellen; wir sehen in Folge ihrer geringen Wärmeleitungsfähigkeit frisch geflossene Lava, die in Tiefe einiger Zolle noch heftig glüht, sich im Winter auf Island bald mit liegenbleibendem Schnee bedecken, und ebenso können wir uns die mit einer spärlichen Rinde bedeckte Erde bereits von einem warmen Meere, welches zu ihrer ferneren Abkühlung und Verstärkung beitrug, umflossen denken. Gewiß erwuchsen daraus häufige Gelegenheiten zu den heftigsten Kämpfen zwischen Feuer und Wasser, die als Zeugen manche bizarre Felsaufthürmungen auf der Wahlstatt zurückgelassen haben mögen, und immer von Neuem mag der Mond als schlimmer Nachbar, indem er zuerst in dem Feuermeer, dann in dem Wassermeer der Erde gewaltige Fluthen anregte, immer neue Umwälzungen und Neubildungen veranlaßt haben. Wir dürfen in dem berechtigten Bestreben,

alle Erscheinungen der Erdentwicklung durch die jetzt herrschenden Ursachen zu erklären, natürlich nicht so weit gehen, auch die jetzt herrschenden kosmischen Verhältnisse zur Grundlage von Betrachtungen und Rechnungen machen zu wollen. Es kann kein Zweifel sein, daß sich ehemals der Mond näher an der Erde und die Erde näher an der Sonne befunden haben, und daß aus diesen Konstellationen gewaltige Rückwirkungen auf die Ober-

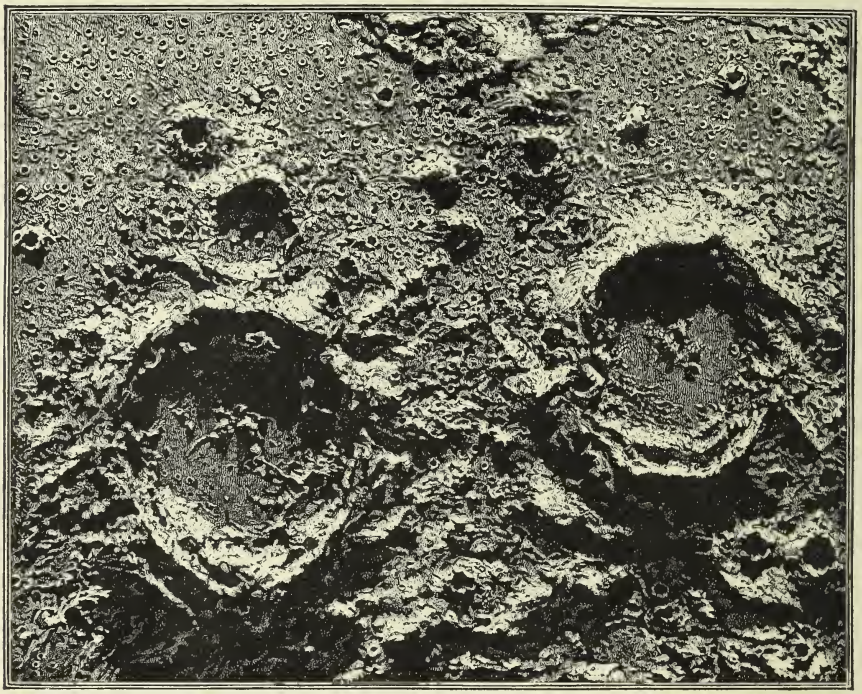


Fig. 13.
Mondlandschaft in der Gegend der Krater Eudoxus und Aristoteles.

flächenverhältnisse der betreffenden Weltkörper erfolgen mußten, welche das Tempo der damaligen geologischen Veränderungen gewaltig beschleunigt haben. Aus den gegenseitigen „Frictionen", die sich die Weltkörper bereiteten, entstanden Verlangsamungen der Achsendrehung, da die starken Fluthwellen die halbflüssigen Weltkörper bis in's Innerste aufwühlen mußten. Erregte aber der nähere Mond einst viel größere Fluthwellen als jetzt in und auf der Erde, so diese noch unvergleichlich gewaltigere auf ihm selbst, die seine Erkaltung bis in's Herz hinein beschleunigen mußten. Denn dieser, der jetzt einen starren Klumpen ohne Luft und Wasser darstellt, so daß die letzten vulkanischen Eruptionen ohne nachherige Verwitterung auf seiner gesammten

Oberfläche in Form unzähliger Kraterberge (Fig. 13) stehen geblieben sind, war einst ebenfalls in der Lage, Fluthwellen zu bilden. Helmholtz hat gezeigt, daß die Einwirkung der von der Erde auf dem Monde erzeugten Lavafluthwellen die Achsendrehung desselben in verhältnißmäßig kurzer Zeit aufzehren mußten, um ihn dann mit seiner erstarrten Lavahochfluth dahin zu bannen, daß er uns seitdem stets dieselbe Seite seiner Kugel zukehrt.

Aber viel dauernder waren seine Gegenleistungen auf der Erdoberfläche, und wir müssen uns denken, daß er, wie die englischen Naturforscher G. Darwin und R. Ball nachgewiesen haben, ehemals eine viel gewaltigere Ebbe und Fluth erzeugte, wozu Springfluthen von heute ungeahnter Größe traten, zumal die Passatstürme in Folge der schnelleren Erdumdrehung damals heftiger wütheten als heute. Wir müssen uns denken, daß unter diesen verstärkten kosmischen Einflüssen die Bildung neuerer Schichten aus den durch Luft und Wasser zernagten älteren Gesteinsmassen in viel schnellerem Schritte als später vor sich gegangen sein muß, und können uns so die Mächtigkeit der ältesten vom Wasser gebildeten Schichten des Erdballs leichter erklären. Noch in verhältnißmäßig späterer Zeit, in der Steinkohlenperiode, scheinen, wie ich an einem anderen Orte nachzuweisen gesucht habe, starke Hochfluthen innerhalb kurzer Zwischenräume an der Tagesordnung gewesen zu sein. Andererseits muß die unter einer dünnen Decke eingeschlossene Gluth des Erdinnern in den ersten Zeiten häufiger als später sich geltend gemacht haben. Freilich war mit dem Niederschlag der Wasser die Möglichkeit schnellerer Ausstrahlung der übermäßigen Gluth des Erdinnern gegen den eiskalten Weltraum gegeben, denn die Wasserdampfhülle muß die Erde lange wie ein warmer Pelz vor schnellerem Wärmeverlust geschützt haben. Auch gelang es wohl damals zuerst den Strahlen der Sonne und Gestirne, zeitweise wenigstens, die Atmosphäre zu durchdringen, und den Kampf der Elemente zu beleuchten.

Dieser Kampf, aus dem in unendlichen Zeiträumen das gegenwärtig Bestehende hervorgegangen ist, hat zu allen Zeiten Senkungen und Erhebungen hervorgebracht, denn man muß sich das flüssige Erdinnere durch langsames Erkalten allmälig von der ursprünglichen Decke zurückweichend und diese entsprechend nachsinkend denken. Wenn die Wassermenge, deren Mächtigkeit anfangs größer war, als jetzt, wo ein großer Theil von der erstarrten und verwitterten Erdkruste aufgesaugt ist, nicht ehemals das gesammte Erdenrund gleichmäßig bedeckt hat, so erhielt es durch solche Senkungen Veranlassung, abwechselnd den einen und andern Welttheil zu bedecken und so überall ihre ebnende, den alten Zustand verwischende Thätigkeit auszuüben. Das ewige Meer ist nicht nur, wie wir sehen werden, die Mutter alles Lebens, sondern es ist auch das weltgestaltende Element, und wenn die Plutonisten Recht hatten, den feurigen Ursprung aller Dinge zu verkünden, so waren die Neptunisten nicht weniger im Recht, die Erdoberfläche, wie sie sich uns dar-

bietet, vorwiegend als das Werk des Wassers zu betrachten. Mit nie ruhender Auflösungs- und Zerstörungslust hat es die Produkte der ersten Erstarrung, die Zeugen seiner eigenen gigantischen Kämpfe mit dem Feuer zernagt und zerfressen, die härteren Bestandtheile von den weicheren geschieden, neues Mauerwerk daraus gebildet, und später oftmals, wie Penelope, die Werke seines Schaffens von Neuem zerstört. So haben also auch diejenigen Kosmogonieen Anspruch auf unsere Achtung, welche die Welt aus dem Wasser auftauchen lassen, denn sie können sich auf mannigfache thatsächliche Vorkommnisse stützen.

Die Geologen sind gegenwärtig durch eine, vielleicht ihr Ziel überspringende, allzuemsige Kritik dahin gekommen, daß sie, abgesehen von den jüngern, verfolgbar aus dem Erdinnern emporgedrungenen (eruptiven) Gesteinen, kaum mehr wagen, von feurig entstandenen Urgesteinen zu reden, daß sie sogar manche Granitarten mit zweifelnden Blicken betrachten. Es scheint uns indessen, daß wenn auch nicht von den allerältesten, so doch von den etwas jüngeren Erdfundamenten Spuren geblieben sein werden, welche durch die darauf abgelagerten Absätze selber vor weiterer Zerstörung geschützt worden sein müssen. Ausgehend von der einfachen Vorstellung, daß der Natur der Sache nach alle Wasserabsätze geschichtet sein müssen, und der Granit das einzige Hauptgestein des sogenannten Urgebirges ist, welches diese wesentliche Charakter-Eigenthümlichkeit nicht in einer irgend wie ausgeprägten Weise zeigt, auch zuweilen zweifellos aus dem Erdinnern emporgedrungen (eruptiv) erscheint, wagen wir das erste beste Stück Granit als eine ehrwürdige Reliquie der frühesten Urwelt zu betrachten, und haben dazu gewiß ein gegründeteres Recht, als die Pastoren der letzten Jahrhunderte, wenn sie die Muscheln und Versteinerungen der Gebirge als Reliquien und sichere Zeugen der Noah'schen Fluth begrüßten.

Von jener Zeit ab, aus der jene Urreliquien stammen, beginnt eine sichere, selbst niedergelegte Chronik der Erde, in welcher ein ihrer Schriftzeichen kundiger Naturarchäologe die Reihenfolge ihrer Erlebnisse und Bildungsepochen, wenn auch nicht deren jedesmalige Länge, mit Sicherheit entziffern kann. Aus dem Gebiete der Hypothesen, mit denen auch die Völkergeschichte meistens anhebt, so lange es sich um Urzustände handelt, gelangen wir auf den festen Boden der Dokumente, die zwar keine vollständigen Berichte, aber doch feste Anhaltspunkte dafür ergeben. Die Erde hat ihr Tagebuch selbst geführt und selten eine Seite umgeschlagen, ohne einige Bemerkungen eingetragen zu haben. Sie hat dasselbe an vielen Orten geschrieben, und wenn sie später einige Blätter selber vernichtet hat, so finden sich Duplikate an anderen Stellen, und wie aus den Abschriften alter Classiker läßt sich durch Vergleichung der einzelnen Urkunden die Blätterfolge und der Urtext wiederherstellen. Absichtliche Fälschungen, denen wir so häufig in den alten Handschriften begegnen, sind hier nicht zu fürchten; der Leser selbst muß sich die

Irrthümer zuschreiben, die er in der Deutung der einzelnen Züge begeht. Und in der That, dieses Tagebuch der Natur hat seine Skaliger und Casaubone gefunden, welche die Kapitel- und Blätterfolge wiederherstellten, aus einzelnen zurückgebliebenen Buchstaben Worte, aus abgerissenen Worten Sätze machten, welche viele Lücken, wenn auch bei Weitem nicht alle, zu ergänzen wußten. Dieses Memoiren-Werk der Erdrinde ist ein illustrirtes Buch mit unzähligen sogenannten Naturselbstdrucken und zwischen seinen Blättern, wie in einem Herbarium vivum gesammelten und gepreßten Exemplaren der Bewohner, die nicht mehr sind, oder wenigstens nicht mehr an dem Orte wohnen, wo wir ihren Spuren begegnen. Ihr Auftreten ist es, was uns vornehmlich beschäftigen wird, denn erst mit ihnen hat die Erdgeschichte einen Inhalt erhalten, den wir mitfühlen können, die Geschichte der Freuden und Leiden des Kampfes um's Dasein, der, in unendlichen Wiederholungen durchgeführt, dem Buche, nach unserer Auffassung der Natur, zuletzt auch Leser gegeben hat, die sich in sein Studium vertiefen können.

Die ersten Actenstöße dieser Memoiren sind aus natürlichen Gründen am schwersten zu entziffern. Hier ist die verwischende, bräunende und undeutlich machende Gewalt des Alters am spürsamsten. Wir bezeichnen so den Gneiß, die allverbreitete Unterlage, auf welcher alle übrigen Schichten ruhen, das erste Werk des Wassers auf der Erde. Wir müssen uns das Urmeer mit ungewöhnlichen auflösenden Kräften begabt denken; reich an Kohlensäure und heiß, zernagte es tief hinein die warme Erdrinde, unterwühlte die felsigen Ufer und verwandelte so einen mächtigen Theil der glücklicherweise nach innen nachwachsenden Rinde durch Herauslösung der alkalischen und kalkigen Bindemittel in Schutt, um die alte Hülle in eine neue umzugestalten, die sich nur durch das Lagerungsverhältniß der Theile und ihre schichtenförmige Bildung unterscheidet. Man bemerkt in dem Gefüge des Gneißes die kleinen Glimmer-, Quarz- und Feldspaththeile, die in der Granitmasse krystallinisch sich ausgeschieden hatten, in ähnlichen Gemengverhältnissen wieder; denn das Wasser konnte seine neuen Schichten nur auf Kosten der älteren aufführen, wie die Nachkommen classischer Völker die edlen Bausteine der Amphitheater und Tempel nehmen, um ihre elenden Hütten daraus zu bauen. Glücklicherweise waren die älteren Schichten durch beständigen Nachwuchs so mächtig angelegt, daß die Nachwelt von ihnen zehren konnte, und dem Urgneiß, dessen Schichten da und dort die Dicke von dreißigtausend Fußen gewonnen haben, kommt keine spätere Meeresbildung an Mächtigkeit gleich. Welche Zeiten dazu gehört haben müssen, diese Mauern, auf denen dann Glimmer- und Thonschiefer von zusammen zwanzigtausend Fuß Schichtenstärke folgten, zu bilden, entzieht sich aller Berechnung, wir können wohl die Reihenfolge der einzelnen Schichten bestimmen, aber nicht die Jahrtausende schätzen, in denen das Wasser an ihrer Bildung thätig war; nur, daß es sich dabei um ungeheure Zeiträume handelt, wird klar, wenn man

auch zugiebt, daß ehemals stärker verändernde Einflüsse thätig gewesen sein mögen.

Zweierlei Meeresbildungen müssen wir dabei früh unterscheiden, die echten Absatzbildungen, welche aus den Trümmern der von Luft und Wasser zernagten älteren Gesteine zusammengeschlemmt werden, also rein mechanische Bildungen, und andere, die aus dem aufgelösten Zustande durch die Lebensthätigkeit von Pflanzen und Thieren abgeschieden werden. Während die ersteren aus Trümmern aller Art gebildet sein können, also die verschiedenartigste Zusammensetzung zeigen müssen, handelt es sich bei den letzteren wesentlich um kalkige oder kieselreiche Schichten. Die ersteren werden vorzugsweise in den Buchten der salzigen und süßen Meere gebildet worden sein, da wo Flüsse in ihnen mündeten und erdige Reste mit sich führten, oder wo die bewegte Welle selbst an den Ufern nagte, nicht aber in der Tiefe, und auf der hohen See, wo im Allgemeinen, von langsam bewegten Meeresströmungen abgesehen, Ruhe herrscht. Es äußert sich darin eine Tendenz, vom Ufer her die Meeresbecken auszufüllen, wie z. B. der Rhein dahin arbeitet, den Bodensee von seiner Eintrittsmündung her mit Gebirgsschlamm auszufüllen, während er ihn in geklärter Beschaffenheit verläßt. Handelt es sich dabei um eine langsam sinkende Küste, so wird die Auffüllung der Seebucht dem Fluß aufwärts folgend stattfinden, gehört das Ufer jedoch zu den langsam steigenden, so wird ein Delta entstehen, der Schuttkegel des Flusses wird fortwährend als Neuland emporsteigen, und den Wasserlauf nöthigen, sich in Arme zu theilen, die dann ihren Schlamm zwar auf eine weitere Fläche vertheilen, aber ihn immer weiter hinaus in das Becken des Meeres tragen.

Diese Absatzschichten nun werden nach dem Charakter der in der Umgebung verwitternden Gesteine sehr verschieden gefärbt und zusammengesetzt ausfallen, im Besonderen aber keinen specifischen Charakter zeigen, da ähnliche Gesteine zu allen Zeiten verwitterten und dadurch zu allen Zeiten Sandschichten, Thonlager u. s. w. entstehen konnten, die langsam zu Sandstein-, Schiefer- und anderen Felsen erhärteten. Vorläufig abgesehen von den Veränderungen, denen einzelne von ihnen in späterer Zeit unterlagen, wird sich ihre Stellung in der Erdgeschichte wesentlich aus der Schichtung derselben ergeben, da sie ursprünglich vollkommen wagerecht übereinander abgelagert wurden. Hierbei würde indessen eine große Schwierigkeit für die Beurtheilung dadurch entstehen, daß an keinem Punkte der Erde ununterbrochen neue Absätze stattgefunden haben, auch der Natur der Sache nach, nicht stattgefunden haben können, denn dieser Theil müßte ja über alle andern hinausgewachsen oder ganz regelmäßig tiefer gesunken sein.

Wir müssen uns, wie gesagt, einen mannigfachen Wechsel der Einwirkungen des Meeres auf eine und dieselbe Gegend vorstellen. Die großen Meeresbecken der Erde scheinen zwar nach den Ansichten neuerer Geologen wie Dana, Geikie u. A. eine bemerkenswerthe Beständigkeit bewahrt zu

haben, aber kleinere Becken, die oft nur als seichtere Buchten und Arme derselben zu betrachten sind, unterlagen einem häufigeren Wechsel. Die meisten Bildungen sind Uferbildungen, denn die Tiefsee löst ihre Absätze, die sehr spärlich erfolgen, zum Theil selbst wieder auf. Oft unterbrach das Meer, nach neugebildeten Senkungen von weiter Ausdehnung hingezogen, seine zerstörende und aufbauende Wirkung an einem Orte für lange Zeit und kehrte dann vielleicht nach Jahrtausenden zu der verlassenen Arbeit zurück, wo inzwischen Wind und Wetter zerstörend oder vielleicht auch, indem sie Sand- oder Thonstaub anhäuften, aufbauend gewirkt hatten, und arbeitete auf dem alten Baugrunde, der sich inzwischen gesenkt hatte, weiter, so jedoch, daß dem kundigen Auge des Geognosten die Unterbrechung und verschiedene Bauzeit ebenso unverkennbar deutlich erscheint, wie dem Architekten die Arbeit verschiedener Jahrhunderte an demselben Dome. Solcher Wechsel kann selbst in kürzeren Zeitabschnitten eingetreten sein, wie die Säulenreste des Serapistempels zu Pozzuoli bei Neapel besonders augenfällig beweisen, an denen die Bohrwürmer ihren Wasserstandsvermerk gemacht haben, zeigend, daß die italienische Küste dort in geschichtlicher Zeit mehrere bedeutende Senkungen und darauf folgende Hebungen erfahren hat. Die Uebereinanderlagerung mehrerer Mosaikfußboden in dem Bezirke desselben Tempels beweist, daß die Senkung allmälig stattgefunden haben muß, wie wir ähnliche Vorgänge noch heute an den Küsten der nordischen Länder wahrnehmen, und es sind Gegenden erforscht worden, die unverkennbar ein Dutzend mal Meer und ebenso oft Festland gewesen sind. Wir dürfen uns deshalb die Wasserbildungen nicht mit der Regelmäßigkeit von Zwiebelhäuten um den Erdkern gelagert denken. Aber niemals werden wir ältere Absatzbildungen auf jüngere gelagert finden können, obwohl die ältesten häufig auf den Gipfeln hoher Gebirge zu Tage treten, während unendlich jüngere den Thalboden bedecken. In Gegenden, welche seit uralten Zeiten nicht mehr vom Meere bedeckt worden sind, fehlen natürlich die jüngeren Meeresbildungen gänzlich, am seltensten aber fehlen die Gneiße und Urschiefer, zum Beweise, daß der landumgürtende Poseidon in der Urzeit über die gesammte Erde geherrscht hat.

Wie man aus alledem ersieht, würde es eine mißliche Sache sein, das Alter einer Absatzbildung aus ihrer Beschaffenheit allein beurtheilen zu wollen, aber glücklicherweise kommen uns für die richtige Beurtheilung die Reste organischer Wesen zu Hilfe, die von diesen Absatzbildungen eingeschlossen wurden. Entweder handelt es sich hierbei um Wesen, die in dem Wasser gelebt haben, oder auch um solche, die in demselben ertrunken sind, oder durch Strömungen hinabgeschwemmt wurden, wie z. B. Baumblätter, Früchte und dergleichen. Besaßen diese Körper harte Theile, die nicht schnell verwesen, wie z. B. Knochen, Zähne, Panzer, Schalen, so wurden dieselben einfach von dem Schlamm umhüllt, und dadurch vor dem Zerfall oder einer allmäligen Verwitterung ungleich besser bewahrt, als wenn dieselben in der Luft oder im

Wasser frei liegen geblieben wären. Aber auch organische Körper, die der Verwesung leichter zugänglich sind, konnten unter günstigen Umständen Spuren ihrer Form zurücklassen, da der feine, sich beständig niederschlagende und sie bedeckende Schlamm das denkbar beste Mittel war, um natürliche Abgüsse von großer Schönheit mit allen Zartheiten des Modells davon zu nehmen. (Vergl. Fig. 14.)

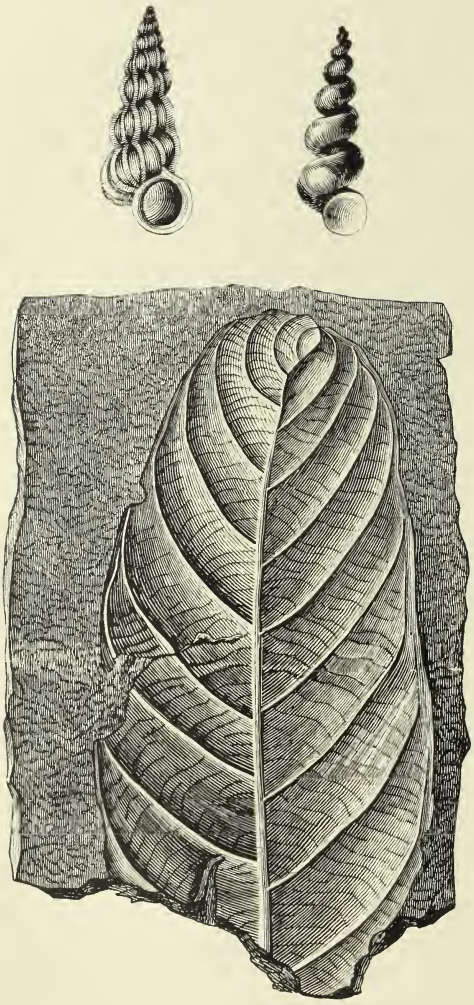


Fig. 14.
Abguß und Abdruck.

Die günstigste Werkstätte der abformenden Natur dürften flache Ufer gewesen sein, welche die Schlammwelle öfter überfluthete, oder auch die aus dem Meere langsam emporsteigenden Ufer der Flußdelta's. Es ist staunenswürdig, mit welcher Schärfe diese Naturselbstdrücke oft die zartesten Oberflächenbildungen gebrechlicher Wesen wiedergeben, so z. B. derjenigen von Libellen und Schmetterlingsflügeln, die zierlichen Formen der Farnkräuter u. s. w. Selbst von Quallen, die auf den Meeresstrand geworfen, in wenigen Stunden zum formlosen Schleim zerfließen, hat man in einigen seltenen Fällen wohlerhaltene Schlammabdrücke gefunden. An manchen Ufern mit zähem Schlamme sind die Bedingungen für gute Abdrücke so günstig gewesen, daß man die Spuren zahlreicher darüber hingekrochener und hingeschrittener Thiere in ausgezeichneten Fährtenabdrücken (Fig. 15), dem daraus entstandenen Felsen einverleibt findet, indem die Spuren später auf's Neue mit Schlamm bedeckt wurden, und sogar die Eindrücke heftiger urweltlicher Platzregen glaubt man in solchen Schlammtafeln, den Bildern der ehemaligen

Oberfläche erhalten zu sehen. (Fig. 16.) In diesen und ähnlichen Fällen hat der Abdruck als Form für spätere Abgüsse gedient, die man ebenso mit Unrecht als Versteinerungen ansieht, wie die Innen-Abgüsse verwester Thiergehäuse (Fig. 14), die dem Forscher unter Umständen, namentlich wenn nur Bruchstücke vorhanden sind, etwas zu rathen aufgeben können. Dergleichen kommt auch bei Krystallen vor, die mit der Zeit aufgelöst oder chemisch verändert, ihre Form vollkommen fremdartigen Gesteinen hinterlassen, wo dann das Mißverhältniß zwischen Form und Inhalt so schreiend ist, daß man diese Bildungen wie eine Maskerade der Natur ansieht und als Nachäffungen und Truggestalten (Pseudomorphosen) bezeichnet.

Fig. 15.
Sogenannte Vogelfährten aus dem bunten Sandstein von Connektikut.

Versteinerungen im eigentlichen Sinne, bei denen ein weicher, verweslicher organischer Körper durch den Einfluß mineralischer Lösungen ohne vorherigen Abguß in Stein verwandelt wird, sind viel seltner; Quellen mit starkem mineralischen Gehalt, kalk-, eisen- und kieselsäurereiche Wasser haben am häufigsten solche Umwandlungen bewirkt, so namentlich heiße und an Kieselsäure reiche Geiserquellen, denen manche der sogenannten „versteinerten Wälder" ihren Ursprung danken dürften. In vielen Fällen handelte es sich aber auch hierbei zunächst nur um einen Abguß und eine Umhüllung mit mineralischen Stoffen, wie bei den sinterbildenden und inkrustirenden Quellen, deren Erzeugnisse die meisten Leser an den aus Karlsbad mitgebrachten Sprudelandenken kennen gelernt haben dürften. Dahin gehören auch die mit einer dicken, runden Kalkschale versehenen Kieskörnchen, welche den sogenannten Erbsenstein zusammensetzen, die Andenken vorweltlicher Sprudel, die so lange mit den hineingewehten Sandkörnchen gespielt haben, bis dieselben durch Kalkinkrustation zu schwer wurden, dem Spiele zu folgen, und nachher am Boden zu dem zusammenhängenden Stein verkittet worden sind.

Oft hat auch der Zersetzungsproceß der organischen Materie selbst dazu beigetragen, das Versteinerungsmaterial aus der den Schlamm durchdringenden Flüssigkeit abzuscheiden, so z. B. das Schwefeleisen, welches die Schuppen alter Fischabdrücke oder die Schalen der Ammoniten mit prächtigem Goldglanz erschimmern läßt, als handele es sich um lauter Goldfische oder Reste eines goldenen Zeitalters. Der Schwefel kann in solchen Fällen sowohl aus

dem verwesenden Körper selbst stammen, als auch durch den Verwesungsproceß aus Gyps und andern Salzen abgeschieden worden sein.

Nach diesem kurzen Blick auf die Hauptbildungsweisen der Versteinerungen wenden wir uns nunmehr wieder zu dem Wachsthum der Erdoberfläche durch Schichtenbildung zurück. Da nun die organischen Wesen, wie wir später ausführlicher erfahren werden, fast in jeder Epoche der Erde, bis auf wenige langlebige Ausnahmen der niedern Abtheilungen, völlig andersgeartete gewesen

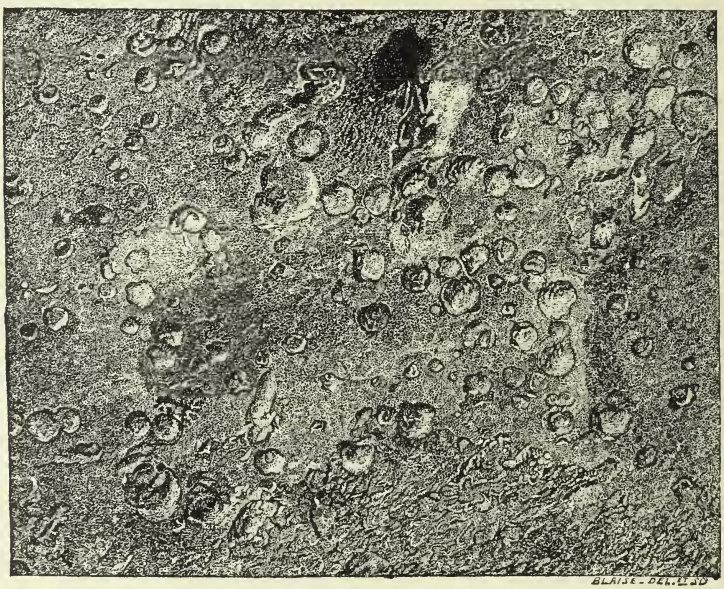


Fig. 16.
Sogenannte Regen-Eindrücke aus dem bunten Sandstein von Connektikut.

sind, so läßt sich nach diesen Einschlüssen organischen Ursprungs sowohl die Stelle erkennen, welche die betreffende Schicht in der Reihenfolge der übrigen einnimmt, als auch die Zusammengehörigkeit mit anderen ähnlichen Schichten anderer Länder bestimmen. Man nennt solche Einschlüsse, die für eine bestimmte Bildungsepoche der Erde besonders charakteristisch sind, Leitmuscheln, obwohl man besser Leitfossilien sagen würde, denn man gebraucht den Ausdruck gleichmäßig nicht nur für die Reste von Muscheln, sondern auch von Schnecken, Krebsen, Fischen u. s. w., welche für eine besondre Erd-Epoche bezeichnend sind, ungefähr wie das Grab eines Kreuzfahrers in einer Kirche das Alter derselben auf das zwölfte oder dreizehnte Jahrhundert zurückführen würde. Namentlich in den früheren Zeitabschnitten, in denen die Thierwelt der Meere in Folge allseitigeren Zusammenhanges eine gleichmäßigere war als heute,

lassen sich an der Uebereinstimmung der Leitmuscheln die zusammengehörigen Schichten an oft weit von einander entfernten Orten sicher erkennen. Freilich darf dieser Schluß nicht zu weit ausgedehnt werden, denn oftmals haben an dem einen Orte Thiere und Pflanzen, die an andern längst ausgestorben waren, fortgedauert, wie z. B. die Beutelthiere Australiens, die in der alten Welt seit undenklichen Zeiten völlig ausgestorben sind. Wenn wir demnach Schichten der alten und neuen Welt nach ihrer Lage und ihren Einschlüssen mit demselben Namen belegen, so können wir damit nur meinen, daß sie im Großen und Ganzen der nämlichen Bildungsepoche der Erde zugehören; an eine genaue Gleichzeitigkeit solcher Bildungen hüben und drüben brauchen und dürfen wir dabei nicht denken, und selbst bei größerer räumlicher Annäherung nicht immer.

Fig. 17.
Littorinellenkalk.

Mitunter ist der Reichthum einer Absatzbildung an organischen Ueberresten so groß, daß man sagen kann, sie bestehe ganz und gar aus denselben und es ist dies namentlich bei Kalkfelsen und bei gewissen Kieselschiefern der Fall, andererseits bei den verschiedenen Kohlengebirgen. So kennen wir z. B. Schichten, die fast ganz aus kleineren oder größeren Muschel- oder Schneckenschalen bestehen (z. B. der Littorinellenkalk, Fig. 17), andere, die aus Panzern kleiner Krebse bestehen (Cypridinenschiefer) und Aehnliche. Insbesondere sind es aber mikroskopische Urwesen der niedersten Klasse, welche in unendlichen Massen, namentlich im Meere lebend, demselben seinen von den Quellen und Flüssen zugeführten Kalk und die Kieselsäure entziehen, um ihrem aus weichem Schleim bestehenden Körper ein festes Gerüst oder eine Schale zu erbauen, die demselben zum Schutze dienen. In dem Kapitel über die Protisten oder Urwesen werden wir ihre Formen und Fähigkeiten näher kennen lernen; hier ist ihrer nur insoweit zu erwähnen, als sie sich theilweise nicht unerheblich am Bau der Erdrinde betheiligt haben. Obwohl dem unbewaffneten Auge unsichtbar, sinken die Kalkschalen der Kammerthiere

und die Kieselskelette der Radiolarien doch nach dem Absterben des lebendigen Schleimes, der sie erfüllte und umhüllte, beständig in so großer Zahl auf den Grund, daß namentlich die ersteren im Laufe der Zeit mächtige Schichten gebildet haben, die entgegen den Sandstein- und Schieferbildungen der Ufer, tiefer im Meere ihren Ursprung genommen haben, und deren Bildung man bei den Tiefseeforschungen der Neuzeit vielfach als fortgehend beobachtet hat. Es sind vor Allem die Kreidefelsen, die aus den Schalen dieser mikroskopischen

Fig. 18.
Kreide von Gravesend, aus den Schalen von Planularien, Textilarien, Rotalien u. s. w. bestehend bei 300facher Vergrößerung.

Wesen aufgebaut sind und deren pittoreske Formen z. B. an unseren nordischen Meeresküsten hervortreten, in ihrer Mächtigkeit am wenigsten ahnen lassen, daß ihre Baumeister so gar kleine Gesellen waren. (Vergl. Fig. 18.) Die ihnen häufig in Schichten oder Nestern eingelagerten Feuersteine sind wie in neuester Zeit festgestellt wurde, namentlich aus Radiolarien gebildet.

Als die Wasserbaumeister der höchsten Leistungsfähigkeit haben wir aber die Korallenthiere zu betrachten, welche durch ihre Eigenthümlichkeit, fortsprossende Stämme, Ketten und Polster zu bilden, deren Gerüste aus hartem Kalke besteht, ihrem Bauwerke zugleich Festigkeit und kühne Formen geben. Schon in sehr alten Zeiten des Erdballs haben die Korallen ihre Bauthätigkeit entfaltet, und mehrere nordeuropäische Inseln bestehen hauptsächlich aus silurischem Korallenkalk; aber als die Hauptperiode großartigster und viel-

seitigster Gesellschaftsleistungen dieser Art, als eine wahre Gründerzeit in der Vorgeschichte der Erde, ist ein Abschnitt der Sekundärzeit zu betrachten, als das Jurameer in Mittel-Europa seine Wellen rollte. Als es später sein Niveau veränderte, tauchten eine Menge eigenartiger Ringinseln aus den Wellen, deren klippenreiche Ufer eine bunte Thierwelt in ihren Klüften und Spalten barg, und deren schlammige Winkel den gewaltigen Wasser-Reptilen jener Zeit als erwünschte Sonnungs-Plätzchen dienten. Ihre Baumeister gehörten den noch heute blühenden Geschlechtern der sechszähligen Stern- Labyrinth- und Schwamm-Korallen an, welche nur in den warmen Meeren bis höchstens 30° vom Aequator entfernt gedeihen, und uns damit einen Wink über das Klima unserer Breiten in der korallenreichen Primär- und

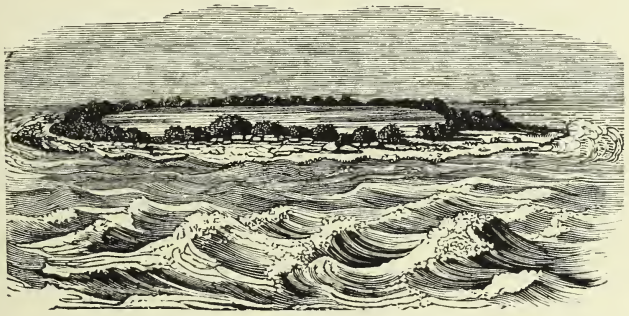


Fig. 19.
Whitesunday Eiland, ein Atoll (nach Darwin).

Sekundärzeit geben. Der eigenthümliche Styl dieser Kolossalbauten der Vorzeit würde kaum auf einiges Verständniß in unserer Zeit haben rechnen dürfen, wenn nicht in der Südsee eine ähnliche, den größten Inselreichthum erzeugende Bauthätigkeit unter unseren Augen fortdauerte. Aber selbst dort sind die Formen der Korallenbauten den Forschern lange ein schweres Räthsel gewesen. Man unterscheidet daselbst insbesondere dreierlei Formen: 1) Saumriffe, welche die Inselufer unmittelbar als Saum einfassen, 2) Wallriffe, welche durch einen ringförmigen Meeresarm getrennt, die Inseln in einiger Entfernung umkränzen, und endlich 3) Lagunen-Riffe oder Atolle (Fig. 19), welche in elliptischer oder kreisrunder Gestalt einen Theil des Wassers bis auf einige Lücken von dem äußern Meere ringförmig abgrenzen. Ursprünglich verstieg man sich angesichts dieser sonderbaren Ringinseln, die nur wenige Fuß über die Meeresoberfläche emporragend, mit ihren eine stille Meeresbucht einschließenden Palmen- oder Gestrüppwall, den eigenartigsten Anblick gewähren, zu der sonderbaren Annahme, sie möchten wohl ringförmigen Grundmauern, d. h. den Rändern unterseeischer Krater ihre allgemeine Form verdanken. Allein abgesehen von der Unwahrscheinlichkeit, daß die Südsee so

unzählige Vulkane mit ihren Wellen verbergen soll, wie sie Atolle zeigt, wurde durch diese Aufstellung nicht die Form der Wallriffe erklärt, und außerdem bemerkte man, daß diese Riffe auch zuweilen aus zwanzigmal größeren Tiefen aufsteigen, als sie von den betreffenden Korallenthieren, die selten über hundert Fuß tief leben, aufgesucht werden. Dieser Umstand, zusammengehalten mit der allgemeinen Anordnung der Korallenriffe führte Darwin im Jahre 1842 zu der den Thatsachen entsprechenden Erklärung, daß alle Korallenriffe, als Saumriffe in dem seichten Ufermeere der Inseln begonnen würden, und daß erst nachträglich erfolgende Senkungen des Meeresbodens sie in Wallriffe und Atolle verwandeln (Fig. 20). Das Atoll wäre also das vergrößerte Umrißbild einer versunkenen Insel, und seine Meeresthore oder Lücken entsprächen den ehemaligen Flußmündungen der Insel. Denn wenn das Saumriff mit der Insel allmälig tiefer sank, so erschien es, weil die

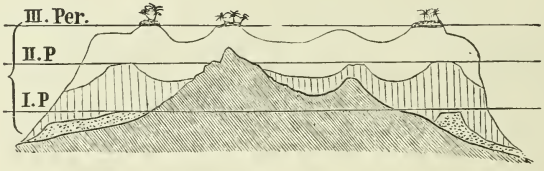


Fig. 20.
Erste Periode Saumriff; zweite Periode Wallriff; dritte Periode Atoll.

jüngeren Korallen auf dem von ihren Ahnen gelegten Grunde weiter baueten, später als entfernter Wall um die Reste der Insel, um so mehr als die jungen Thiere, weil sie die Brandung dem stillen Wasser vorziehen, sich vorzugsweise am äußern Rande der Mauer ansiedeln. Verschwand endlich die Insel ganz unter dem Meeresspiegel, so verhinderten die emsigen Arbeiter das gleichzeitige Versinken ihres Riffes, indem sie Stockwerk auf Stockwerk thürmten, um immer dem Lichte nahe zu bleiben. Hob sich der Meeresboden oder sank die Oberfläche des Meeres nachmals durch Ursachen, welche auf den Baugrund dieser Inseln nicht einwirkten, so stieg das Atoll aus den Wellen empor. Einzelnen Schwierigkeiten der Darwin'schen Korallen-Theorie, zu denen namentlich die Voraussetzung der dauernden Senkungen gehört, hat man in neuerer Zeit durch andre Theorien zu begegnen gesucht, unter denen die von John Murray den meisten Gehalt haben möchte. Derselbe geht von der schon von Darwin beobachteten Thatsache aus, daß der Korallenbau am üppigsten nach der Brandungsseite oder überhaupt nach der offenen See hinauswächst, weil dort die Nahrung am reichlichsten zufließt, während er nach innen, wenn das Korallenfeld sich über weite Flächen verbreitet, aus Mangel an Nahrung absterbt. Die innern Theile eines Feldes würden somit nach und nach absterben und der auflösenden Wirkung des kohlensäurehaltigen Seewassers unterliegen, so daß eine Lagune oder ein Kanal entstünde,

während das Riff nach außen beständig ringförmig weiterwüchse. Nach dieser Theorie würde sich ohne Annahme von Hebungen oder Senkungen die Bildung der Atolle sowohl als die Umkränzung der Ufer in einiger Entfernung erklären lassen. Eine andre von Semper aufgestellte Theorie geht von dauernden Hebungen aus und wird höchstens auf einzelne Verhältnisse Anwendung finden können.

Durch nachträgliche Einwirkung magnesiahaltigen Wassers sind die Korallenbauten später häufig in Dolomitberge verwandelt worden, aber auch in dieser Metamorphose bleiben sie Zeugen nicht minder emsiger Arbeit ungezählter Arme, als es irgend die Pyramiden Egyptens, die mächtigsten Bauwerke der Menschenhand, sind. Auch hier nimmt der Mensch häufig den Stein, welcher ehemals zahlreichen Thieren zur Hülle diente und baut seine Städte daraus. Auf den Kalkfelsen des Juragebirges ergreift uns die Bewunderung für diese ungeheuren Leistungen, denn diese Riesenmassen sind buchstäblich der Schweiß ungezählter und unzählbarer fühlender Wesen, die all' den Kalk vorher genossen und dann ausgesondert haben. Man hat mannigfache Berechnungen angestellt, um die außerordentliche Länge der Zeiten festzustellen, welche zur Vollendung fossiler Korallenbauten gehört haben mögen, indem man diesen Schätzungen heute beobachtete Verhältnisse zu Grunde legte. So hat z. B. Agassiz für die Korallenriffe, welche theils das Ufer Floridas umgürten, theils den Boden desselben bilden, eine Bauzeit von mehreren hunderttausend Jahren herausgerechnet, obwohl die Baumeister den jüngsten noch lebenden Geschlechtern angehören. Es bedarf kaum der Erinnerung, daß solchen Schätzungen eine besondre Zuverlässigkeit nicht beigelegt werden kann. Wie bereits oben angedeutet wurde, bestehen die Korallenkalke nicht ausschließlich aus Korallenstöcken, sondern dieselben schließen zahlreiche Reste jener bunten Thier- und Pflanzenwelt ein, die in dem Dickicht des steinernen Waldes Anheftungspunkte und Schlupfwinkel gefunden. So sehen wir in dem vorstehend abgebildeten Stück Korallenkalk (Fig. 21) neben den eigentlichen Korallen, Mooskorallen, Seeigel, Trümmer von Muscheln und Haarsternen.

Um alle die unzähligen Absatz- (oder Sediment-) Bildungen der Erdrinde in eine chronologische Ordnung zu bringen, und die allgemeine Verständigung zu erleichtern, hat man die Erdgeschichte in einzelne Abschnitte oder Perioden getheilt, wie die Völkergeschichte, welche wir, so anmaßend als möglich, Weltgeschichte zu nennen pflegen. Die Juden und andre alte Völker begannen die Chronik ihrer Thaten vom Anfange der Welt zu datiren, und ihre Kalender geben letztere noch immer für einen Jüngling von noch nicht 6000 Jahren aus. Aber wie jeder Mensch viele Monate älter ist, als sein Taufschein besagt, so wissen wir nunmehr mit unumstößlicher Gewißheit, daß das Menschengeschlecht sehr viel älter ist, als seine geschriebene Geschichte, und daß sein wirkliches Alter, welches sich auf hunderttausende von Jahren be-

laufen mag, wiederum nur ein letztes Blatt in der dicken Chronik der Erde bildet. Grade wie in der Völkergeschichte spricht man nunmehr in der Erdgeschichte von einer Ur- oder Primordial-Zeit, und von einer alten, mittleren, neueren und neuesten Zeit, die man auch als Primär-, Secundär-, Tertiär- und Quartär-Epoche unterscheidet. Jeder einzelne dieser Abschnitte wird dann wieder, wie es die Historiker auch sonst gethan haben, in Unter-Abtheilungen geschieden, und zwar gewöhnlich wiederum in eine ältere, mittlere und neuere Abtheilung dieses Zeitabschnittes.

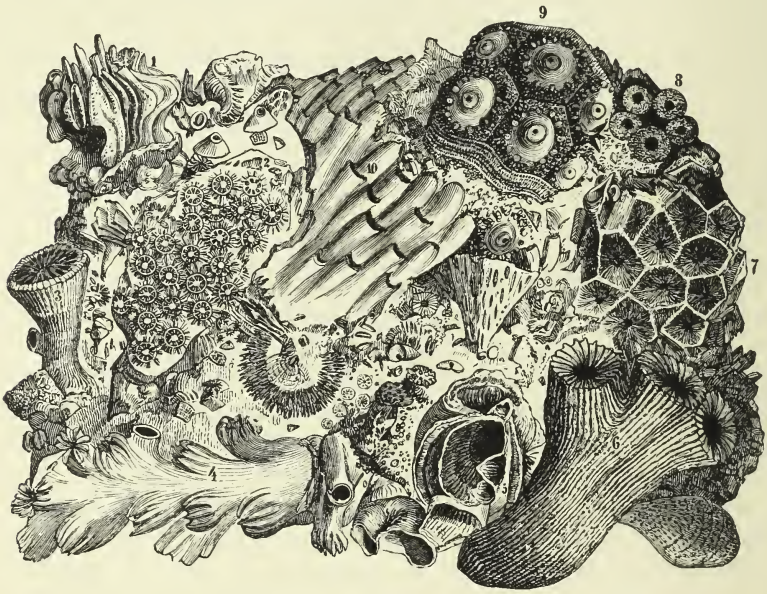


Fig. 21.
Handstück aus dem Korallenkalk von Nattheim. (Natürl. Größe.)
1. Lobophyllia alata. 2, 7. Asträa tubulosa u. helianthoides. 3, 5, 6. Zwei Arten der Steinkoralle (Lithodendron). 4. Tiaradendron germinans. 8. Scyphia Bronnii. 9. Cidaris coronata. 10. Explanaria alveolaris.

Unsere Künstler geben dem Zeitgott gar treffend die Sanduhr in die Hand, und eine ungeheure Sanduhr war es auch, welche die Geschichte der Erde maß. Jener langsamer oder schneller in den Urmeeren emporwachsende und zu Schlammbänken angehäufte Schutt, zum Theil auch die aufeinandergeschichteten Ueberreste abgestorbener Meereswesen bildeten die Füllung dieser ungeheuren Sanduhr. Ein mittleres Maß ihrer Geschwindigkeit annehmend, würde man darnach das Alter der Erdschichten nach Jahrtausenden vielleicht annähernd bestimmen können, wenn die Sanduhr nicht oftmals umgedreht worden wäre, um sie mit demselben Sande weitermahlen zu lassen, denn für die jüngern Schichtenbildungen gaben immer nur zum Theil die älteren

hochragenden Urgebirgs-Massen und neu hervorgebrochenen plutonischen Gesteine das Material her; der größere Theil wurde oftmals durch neue Zerstörung älterer Wasser- und Windbildungen geliefert. Für die Forschung zum Glück entging wenigstens hier und da ein Stück der älteren Bildung späteren zerstörenden Einflüssen in möglichst vollständiger Weise, und wenn wir die Höhe der als aufeinanderfolgend erkannten Schichten messen, so können wir eine freilich immer zu gering ausfallende Schätzung von der schlammanhäufenden Thätigkeit des Meeres in den einzelnen Zeiträumen gewinnen. Dabei ergiebt sich nun die überraschende Thatsache, daß von den einhundertunddreißigtausend Fußen, welche die Gesammtheit dieser Wasserbildungen erreicht, allein mehr als die Hälfte (siebzigtausend Fuß) für die Ur- oder Primordialzeit entfallen, die also vielleicht länger gedauert hat, als alle folgenden Epochen zusammengenommen, wenn man nicht eine Beschleunigung der damaligen Absatzbildungen durch stärkere Fluthen und andre Verhältnisse annehmen will. Es ist dies die Zeit, in welcher die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichten, so genannt nach einigen Gegenden, in denen man sie in besondrer Ausbildung zuerst studirte, abgelagert wurden. In den erstgenannten laurentischen Schichten hat man mit Ausnahme des nachher zu erwähnenden „kanadischen Morgenwesens", welches nicht über alle Zweifel erhaben ist, keine Thier- oder Pflanzenreste aufgefunden, und deshalb rechnet man sie wohl auch zu den thierlosen oder azoischen Schichten. In den cambrischen Schichten sind ebenfalls nur spärliche Reste von zur Zeit ihrer Ablagerung im Meere lebenden Wesen erhalten, was zum Theil einer geringen Erhaltbarkeit der niedersten Thiere und Pflanzen, zum Theil auch nachträglichen zerstörenden Einwirkungen zuzuschreiben ist. Wir treffen nämlich die hierhergehörigen Schichten, selbst was die rein mineralogische Beschaffenheit anbetrifft, in einem Zustande bedeutender Umwandlung an, die zum Theil auf von unten heraufdringende Hitzewirkungen zurückzuführen sein mag. Die Kalklager dieser Schichten, welche wir wohl ebenso wie die kalkigen Niederschläge späterer Zeiten, als Schalenanhäufungen niederer Thiere betrachten dürfen, sind häufig durch halbe Schmelzung unter hohem Druck zu einer marmorartigen Dichtigkeit zusammengesintert, so daß sich keine Spuren der ehemaligen Formen dieser Schalen erkennen lassen. Erst in den silurischen Schichten finden wir die Ueberreste einer zahlreicheren Lebewelt, die durch den verhältnißmäßig bedeutenden Grad ihrer Entwicklungsstufe die Vermuthung einer vor ihr vernichteten Welt niederer Wesen zur Gewißheit erhebt. Wie man aber in der Völkergeschichte die kleineren Zeitabschnitte nach der Oberherrschaft bestimmter Reiche, wie der Aegypter, Griechen, Römer, Osmanen, Franken, Deutschen u. s. w., oder nach einzelnen Dynastien benennt, so ist die Primordialzeit charakterisirt als die Oberherrschaft des Meeres, als die Dynastie der schädellosen Thiere und landschaftlich oder vielmehr meerschaftlich als die Zeit der submarinen Tangwälder.

In den letzten Tagen des Silurmeeres, wohlverstanden erdgeschichtlichen Tagen, von denen jeder Jahrtausende umfaßt, traten bereits die Fische, die Beherrscher der Primärzeit oder des Alterthums der Thierwelt (paläozoische Epoche) auf die Weltbühne. Es ist dies die Epoche, in welcher der alte rothe Sandstein (devonische Formation), die meisten Steinkohlenlager, und darauf der jüngere rothe Sandstein (permische Schichten) abgelagert wurden, was aber nicht so zu verstehen ist, als seien nur Sandsteine und nur Steinkohlen, nicht auch Kalk- oder Schieferbildungen aus dieser ungeheuren Epoche zu verzeichnen; die erstgenannten Bildungen sind eben nur als die herrschenden, tonangebenden zu betrachten. Diese drei verschiedenen Formationen erreichen eine Schichtenhöhe von über vierzigtausend Fuß, mehr als die doppelte Dicke alles nach ihnen überhaupt noch abgelagerten Weltschuttes. Und doch war die thierische Entwicklung im Wirbelthierreiche erst bis zum Reptil vorwärtsgedrungen, und noch beschatteten nur wenig andere Pflanzen den Boden, als farnartige Gewächse, in einer, aus ihren Resten zu schließen, allerdings überaus üppigen Entwicklung.

Die Secundärzeit oder das Mittelalter der Thierwelt (mesozoische Epoche), welche man auch die Herrschaft der Reptilien nennen könnte, erreicht mit allen ihren Unterabtheilungen (Trias-, Jura- und Kreide-Zeit) in ihren Schichtenbildungen eine Mächtigkeit von fünfzehntausend Fuß. Inzwischen erschienen die ersten Vögel und die ältesten Säugethiere, um die durch die Farnwälder der vorigen Epoche, zu denen sich jetzt Nadelhölzer und Cycadeen gesellten, gereinigte Atmosphäre zu athmen.

Allein die letztere höchste Wirbelthierfamilie wurde erst Herr des Gewürms während der Tertiärzeit oder neueren Zeit der Thiere (känozoische Epoche), dem Zeitalter der Laubwälder, welche man wiederum in eine alte, mittlere und neuere (eocäne, miocäne und pliocäne) Periode theilt, obwohl die Gesammtdicke des von ihr abgelagerten Schutts nur etwa fünftausend Fuß beträgt. Hierher gehören unter andern die Braunkohlen führenden Schichten (Molasse-Formation).

Vielleicht schon am Ende dieses, jedenfalls in frühen Tagen des nächsten, noch fortdauernden Quartärzeitalters, erschien dann der vorzugsweise als „Krone der Schöpfung" bezeichnete Mensch auf der Weltbühne, seit dessen Erscheinen höchstens fünfhundert Fuß Weltschutt auf den Meeresboden hingeschlemmt worden sind, was einem halben Procent der Gesammtablagerung entspricht. Auch die Schichtenbildungen dieser Epoche theilt man wiederum in zwei Abtheilungen, in das Diluvium, so genannt, weil man früher in ihm die Spuren einer großen allgemeinen Fluth (Sintfluth) zu erkennen glaubte, und in das jüngere Alluvium oder angeschwemmte Land, unter welchem man nur diejenigen Neubildungen versteht, welche erst von den Flüssen und Gewässern in ihrer heutigen Vertheilung erzeugt wurden. Aber ebenso wie die früheren Bildungen gehen auch diese jüngeren unmerklich in

einander über, die ganze Eintheilung ist nur ein Nothbehelf, um einzelne Phasen der Erdbildung und Erdgeschichte überhaupt kurz bezeichnen und nothdürftig auseinander halten zu können. Man unterscheidet als letzte wohl auch noch eine Kulturschicht, die der Mensch durch unmittelbare Einwirkung verändert hat. Allein die Kulturzeit, die Epoche, von der geschichtliche Ueberlieferungen existiren, kann von der Quartärzeit wiederum nur einen letzten und kleinsten Bruchtheil für sich in Anspruch nehmen; was wir Weltgeschichte nennen, ist also ein ganz verschwindender Theil, eine Secunde in der Geschichte der Erde, geschweige denn in derjenigen der Welt. Es mag hier bemerkt werden, daß die specielle Geologie noch viele andre Unterabtheilungen macht, und einzelne mit andern Namen bezeichnet, so wird z. B. das Diluvium von neueren Forschern vielfach auch als postpliocäne, oder pleistocäne oder Drift-Formation bezeichnet.

Die verschiedenartigen Absatzbildungen dieser Epochen sind aber in keinem Falle von derselben Beschaffenheit geblieben, wie sie sich gebildet hatten, sondern alle durch nachträgliche Einflüsse mehr oder weniger verändert worden. Unter diesen umwandelnden Einflüssen haben wir erstens die Wirkungen des Druckes und der innern Wärme, der Luft und des Wassers und endlich chemischer Einflüsse zu gedenken, die in Form von mineralischen Wässern oder Dämpfen auf dieselben einwirkten. Je nachdem eine oder mehrere dieser Ursachen mehr oder weniger andauernd auf die Absatzbildungen gewirkt haben, können die Umwandlungen derselben mehr oder weniger stark sein; im Allgemeinen, wenn auch durchaus nicht als ausnahmslose Regel, werden wir bei den ältesten Schichten die bedeutendsten Umwandlungen (Metamorphosen) erwarten müssen. Die allgemeinste dieser Veränderungen besteht aber darin, daß der ursprünglich weiche Schlamm des Absatzes sich wiederum in harten Fels verwandelt hat. Zum Theil geschah das durch den eigenen, oft zu gewaltigen Summen steigenden Druck der ungeheuren auflagernden Massen, zum Theil in Folge einer Verkittung der einzelnen Trümmer durch allmälig eindringende cementirende Flüssigkeiten. Hierher gehören namentlich die verschiedenartigen Schieferformationen, deren blätterige Beschaffenheit zum Theil auf dieselben Ursachen, wie ihre Festigkeit zurückzuführen ist. Zu dem Ende angestellte Versuche haben gezeigt, daß man feingeschlemmte Mineralmassen durch starken Druck in einer hydraulischen Presse nicht nur in eine harte, steinartige Masse, sondern auch in eine solche mit blättrigem Gefüge, wie die Schiefer es zeigen, verwandeln kann. Bei den Schiefern einer späteren Zeit, welche zahlreiche Einschlüsse organischer Wesen enthalten, kann man aus der Breitpressung der Formen dieser letzteren, wie Dan. Scharpe zuerst bemerkt hat, beweisen, daß wirklich nach ihrer Einlagerung eine derartige heftige Pressung stattgefunden haben muß. Dieselbe bleibt also erkennbar, auch wenn spätere Einwirkungen für den heutigen Beobachter die Massen wieder entfernt haben sollten, welche den Druck ehemals ausgeübt haben.

Der Reichthum der älteren Schiefer an ausgeschiedenen Glimmerplättchen ist möglicherweise die Folge eines langsamen Krystallisationsprocesses in der Jahrhunderte hindurch mit Wasser bedeckten und von demselben durchdrungenen Masse. Zugleich konnte der aufgelöste Kalk derselben zur besseren Verkittung der Trümmer-Bestandtheile beitragen. Ebenso konnten Wässer mit anderem Mineralgehalte nachträgliche Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung vieler Schichten hervorbringen, und so sind wahrscheinlich die Dolomitgebirge, deren spitze und zackige Formen so viel zur malerischen Schönheit der

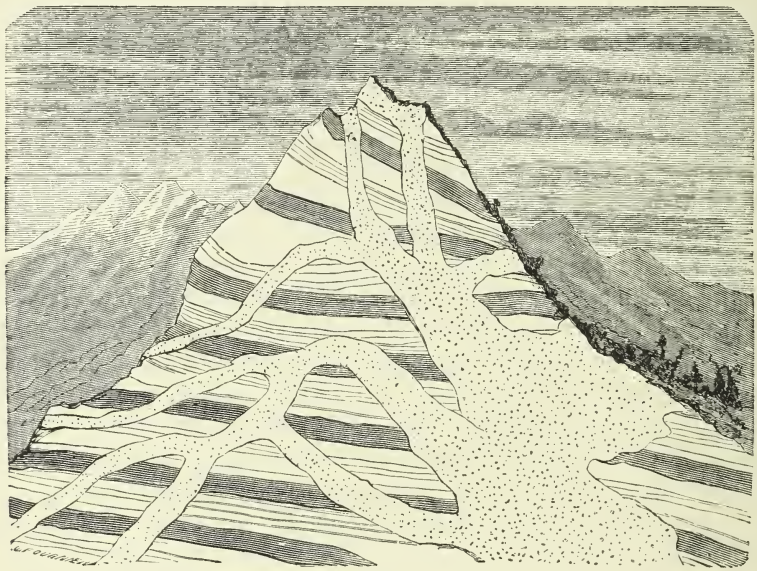


Fig. 22.
Gneis mit Granitgängen aus den Cap Wrath-Bergen in Schottland.

österreichischen Alpen beitragen, durch Einsickern magnesiahaltiger Gewässer in die Spalten der Kalkgebirge auf äußerst allmälige Weise entstanden; auf ähnliche Weise ist der Kalk an manchen Orten in Gyps verwandelt, oder durch langsame Verwesung seiner organischen Einschlüsse mit bituminösen Stoffen getränkt worden.

Als eine der wirksamsten umwandelnden Ursachen ist ferner die Wärme zu betrachten, sei es die von einem feuerflüssigen Innern ausstrahlende, minder starke, aber durch unendliche Zeiträume wirkende, oder die von sogenannten Eruptivgesteinen ausgehende Gluth, wenn dieselben in Spalten der Absatzschichten emporgedrungen waren. Den letzteren Vorgängen, die wir sogleich näher betrachten wollen, hat man in der Regel die Umwandlung einfach körniger Kalkmassen in glasigen Marmor, und diejenige von Kohlen-

lagern in Coaks u. s. w. zugeschrieben, und in der That findet man derartige Umwandlungen nicht selten in der Nachbarschaft eruptiver Gesteine. Allein in neuerer Zeit hat man darauf aufmerksam gemacht, daß dies keineswegs immer der Fall ist, und daß bei starker Verwerfung von Schichten, wie sie durch verschiedene Ursachen hervorgebracht werden, wahrscheinlich auch durch die innere Reibung der Massen so starke Wärmegrade erzeugt werden, um jene beginnende Schmelzung einzuleiten, durch die man unter hohem Druck auch künstlich Kalkstein in marmorartige Massen umwandeln konnte.

Die feuerflüssig emporquellenden Eruptivgesteine, welche die Absatzschichten manchmal senkrecht durchbrechen, gehören nicht in dem Grade zu den alle frühere Ordnung umkehrenden Einflüssen, wie man sonst wohl glaubte. Man nahm ehemals vielfach an, die Erdoberfläche habe in Folge ihrer Abkühlung und Zusammenziehung Risse und Spalten bekommen, durch welche die feuerflüssigen Gesteinsmassen des Inneren, jene horizontalen Absatzschichten hebend und gewaltsam zu Gebirgen aufthürmend, emporgedrungen seien. Allein das unbefangenere Studium der Neuzeit ergab, daß in der Nähe der seit den ältesten Zeiten emporgedrungenen Feuergesteine nur ganz ausnahmsweise so gewaltige Störungen und Verwerfungen der Schichten vorkommen, wie man sie an andern Orten, wo keine derartigen Gesteine zu Tage treten, beobachtet. Vielmehr gleicht das Auftreten dieser von Innen ausgehenden und die Rinde der Erde mehr oder weniger hoch durchsetzenden Adern von geschmolzenem Gestein mehr einem ruhigen Aufsteigen in einer auf andre Weise entstandenen, tief hinabgehenden Spalte, denn oftmals hat das feuerflüssige Gestein oben nicht einmal einen Ausweg erzwungen, und erinnert dann an die Ausspritzung der Gefäße eines anatomischen Präparates mit Wachs, wobei eine Erweiterung der Spalten natürlich nicht ausgeschlossen ist. Solche Aderausfüllungen sieht man sogar vom Granit und ein ähnliches Vorkommen, wie das in Fig. 22 dargestellte, war es, welches den berühmten englischen Geologen Hutton 1785 die Ueberzeugung verschaffte, daß der Granit ein plutonisches Gestein sei, wodurch der Plutonismus über den bis dahin einseitig angewendeten Neptunismus und die Sintfluth-Theorie (Diluvianismus) zum Siege gelangte. Oft hat sich der Strom in Seitenspalten vertheilt, und fand er oben einen Ausweg, so quoll die feuerflüssige Masse, domförmige Hügel und Berge bildend, wie bei einem gewöhnlichen Lavaausbruch, der sich bald durch Erkalten selbst den Ausweg versperrt, hervor. So sind z. B. die meisten Kuppen des Siebengebirges entstanden, und in ähnlicher Weise hat man in der Neuzeit durch Aufschüttung von Lava und vulkanischer Asche Kraterberge schnell entstehen sehen, und war dadurch zu der völlig irrigen, jetzt vielfach widerlegten Theorie geführt worden, es handle sich dabei um eine blasenförmige Auftreibung der Erdrinde mit strahlenförmiger Erhebung der Schichten rings um den Punkt, oder zu beiden Seiten der Linie, gegen welche sich die vulkanische Gewalt gerichtet.

Die Erstarrungs- oder Eruptivgesteine bieten ein entwicklungsgeschichtliches Interesse nach zwei Richtungen, nämlich nach der physikalischen und nach der chemischen Seite. Während die Absatzbildungen sich immer wiederholen, sind die Erstarrungsgesteine im Laufe der Zeiten fortlaufend andere geworden. Die ältesten sind die Granit- und Quarz-Porphyre mit ihren Varietäten, die in der Regel als gewaltige Adern des Erdinnern oder als Gebirgskerne vorkommen, und sich dadurch auszeichnen, daß sich in ihnen die Bestandtheile meist in großen Krystallen ausgeschieden haben. Es deutet dies auf einen langsamen Erstarrungsproceß, der sich seinerseits durch die größere Wärme der viel stärker lastenden Atmosphäre der Urzeit und durch das häufige Vor-

Fig. 23.
Augitgebilde im Pechstein von Arran nach Zirkel.

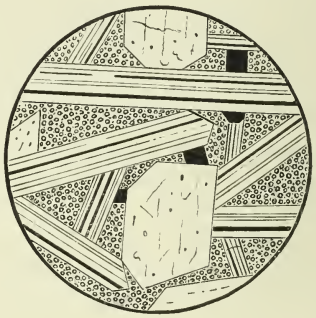


Fig. 24.
Durch Körnchen entglaste Eruptivgesteinsmasse.

kommen in abgeschlossenen Erdspalten erklärt, wodurch die Abkühlung erheblich verlangsamt werden mußte. Chemisch zeichnen sie sich vor späteren Eruptivgesteinen durch einen größeren Gehalt an Kieselsäure und Thonerde aus, weshalb sie Bunsen als Acidite bezeichnet hat.

Eine ähnliche Zusammensetzung, wie diese, wegen ihres häufigen Verborgenbleibens in der Erde auch Plutonite genannten Gesteine, zeigen nun auch eine Anzahl älterer Eruptivgesteine, die sich einen Ausfluß nach oben gebahnt, und dort in der oben angedeuteten Weise durch Ueberfließen der Mündung Kegelberge gebildet haben, weshalb sie Vulkanite genannt werden. Zu diesen vulkanischen Aciditen gehören die Trachyte, Phonolithe, Obsidiane u. s. w. Bei ihnen konnte, weil sie unmittelbar an die Luft traten, ein schnelleres Erstarren stattfinden und daher rührt ihr mehr gleichmäßiges Gefüge her, ja bei einzelnen, wie z. B. beim Obsidian, eine glasartige Beschaffenheit. Wir wissen, daß sehr langsam abgekühlte Glasflüsse und Laven durch Krystallisation ihrer Bestandtheile undurchsichtig (entglast) werden. Immerhin bringt man beim Versuch einer Nachahmung der Natur, durch

welche aber viele Bestandtheile der Eruptivgesteine, z. B. zahlreiche Feldspatharten, bereits künstlich dargestellt wurden, nur zur Bildung kleinerer Krystalle, wie sie sich aber auch in der Natur finden, wenn man aus schneller abgekühlten Eruptivgesteinen Dünnschliffe für das Mikroskop herstellt. Die vorstehenden Figuren (23 und 24) stellen derartige Krystallbildungen in Dünnschliffen dar, wie sie die mikroskopische Geologie in neuerer Zeit vielfach zum Studium benützt, um die Verhältnisse ihrer Bildung zu enträthseln. Sehr merkwürdig sind die namentlich in ältern Eruptivgesteinen eingeschlossenen Flüssigkeitströpfchen, welche sich häufig als aus flüssiger Kohlensäure bestehend ausgewiesen haben, und anzudeuten scheinen, daß die Erstarrung unter einem sehr hohen Druck stattgefunden haben müsse. Die Atmosphäre der Erde war damals viel ausgedehnter und reicher an Sauerstoff resp. Kohlensäure als heute, da beide Gase erst später durch organische und Verwitterungsprocesse mehr und mehr gebunden worden sind, und wahrscheinlich enthielt sie auch wegen ihrer höheren Temperatur größere Wasserdampfmengen.

Die in späteren Zeiten aus dem Erdinnern hervorgetretenen Eruptivgesteine und zwar sowohl die plutonischen, zu denen die Grünsteine, Porphyrite, Trappe und Syenite als Hauptgruppen zählen, wie auch die vulkanischen Laven, die zu der Gruppe der Basalte gehören, zeichnen sich durch einen etwas geringeren Gehalt an Kieselsäure (Quarz) und Thonerde aus, während ihr Gehalt an Eisen, Kalk und Magnesia zugenommen hat, weshalb sie Bunsen zum Unterschiede von den Aciditen: Basite genannt hat. Man hat sich diese Unterschiede so erklärt, daß man meinte, in der feuerflüssigen Erdkugel seien die Stoffe nach ihrer specifischen Schwere angeordnet gewesen, so daß die äußern und obern Theile vorwiegend an Kieselsäure und Thonerde reich waren, die mithin zur Bildung der Erstarrungskruste und der ältesten Eruptivgesteine das Hauptmaterial bieten mußten. Die jüngeren Eruptivgesteine kämen aus größeren Tiefen und seien deshalb eisenreicher und dunkler gefärbt. Diese Erklärungsweise klingt wohl recht verführerisch und mag auch nicht völlig ohne Berechtigung sein; indessen muß bemerkt werden, daß jene Unterscheidung der ältern und jüngern Eruptivgesteine in Acidite und Basite wohl im Allgemeinen, aber nicht in jedem einzelnen Falle zutreffend ist; es hat nämlich, wenn auch selten, in älteren Zeiten Basit- und in jüngeren Acidit-Eruptionen gegeben, so daß es sich hier, wie in sehr vielen Dingen, um eine Regel mit Ausnahmen handelt. Diese Ausnahmen können aber möglicherweise durch Zufälligkeiten hervorgebracht werden, so z. B. in dem Falle der älteren Basite durch tiefere Eruptionsherde, und in dem umgekehrten Falle durch Eröffnen bisher unerschöpfter oder durch vulkanisches Einschmelzen neu gebildeter Aciditflüsse.

Höchst merkwürdig ist an den jüngern Basalten und Laven ihre chemische Uebereinstimmung mit den Hauptbestandtheilen der erdigen Meteorsteine, so daß wir dadurch eine Idee von der quantitativen Zusammensetzung des

Urnebels erhalten, aus dem sich sowohl die Erde als die Meteoriten gebildet haben. Denn da sich das Hauptmaterial der Acidite im Erdinnern erschöpft zu haben scheint, und der weitaus größere Theil der neueren Ausbrüche den Meteormassen entspricht, so sehen wir, daß der Reichthum der Erde an Kiesel und Thon, wie er uns bei einem oberflächlichen Umblicke erscheint, doch nicht so in's Gewicht fällt, wie der an Metallen, worauf auch die Ermittelung des specifischen Gewichtes der Erde bereits hingedeutet hatte. In der Regel mögen uns die eruptiven Gesteine die Erze, welche die sogenannten Gänge

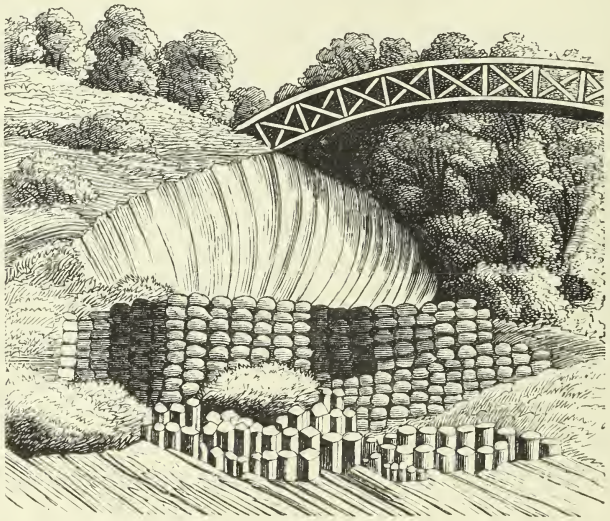


Fig. 25.
Feen- oder Käsegrotte bei Bertrich.

und Spalten erfüllen, aus dem Erdinnern mit emporgebracht haben, sei es in Gestalt metallischer Dämpfe, die sich dort verdichteten, oder, was der häufigere Fall sein dürfte, in ihrer Masse selbst, aus der sie dann durch mannigfache Verwitterungs-, chemische und Auslaugungs-Processe in erzreicherer Form ausgeschieden wurden, wie denn z. B. Zinngänge nur in zinnhaltigem Muttergestein u. s. w. gefunden werden. Die sehr schnelle, in wenigen Jahren vollendete Erkaltung, der die jüngeren Laven meistentheils ausgesetzt waren, bringt die eigenthümlichen Abkühlungs-Zerklüftungen hervor, durch welche sich die Basalte viel häufiger, als die älteren Eruptivgesteine, auszuzeichnen pflegen. Am häufigsten zeigt sich das dunkle Gestein in scharfeckige Säulen zerklüftet, wie in der allbekannten Fingalsgrotte auf Staffa, mitunter fanden auch noch Quertheilungen der Säulen statt, wie in der Feengrotte bei Bertrich an der Mosel (Fig. 25) oder die Absonderung ist von Anfang

an eine kuglige oder schalige; schnell austrocknende Breimassen, wie z. B. Kartoffelstärke, zeigen ähnliche Klüftungserscheinungen.

Auch die Betrachtung der Eruptivgesteine der verschiedenen Zeitalter macht uns also mit der aus vielen anderen Funden ebenfalls folgenden Thatsache bekannt, daß das Klima früher ein viel wärmeres und gleichmäßigeres auf der Erdoberfläche gewesen ist, als später. Man hat diese, aus der ehemaligen Verbreitung tropischer Pflanzen- und Thierfamilien über die gesammte Erde mit Sicherheit abzuleitende Thatsache früher meist in eine allzu unmittelbare Verbindung mit der geringeren Dicke der abgekühlten Erdkruste gebracht. Allein die Gesteine sind so schlechte Wärmeleiter, daß bekanntlich eine Lavamasse, die innen noch glühend ist, nach kurzer Zeit betreten werden kann, weil dann die dünne Kruste an ihrer Oberfläche bereits Lufttemperatur angenommen hat. Daher können wir auch nicht glauben, daß das heiße Erdinnere dauernd zur Erhöhung der Luft- und Wasser-Temperaturen beigetragen haben könnte, jedenfalls nicht durch die unendlichen Zeiträume hindurch, während welcher wir die gesammte Erde vor dem geistigen Auge vom Aequator bis zu den Polen mit einer tropischen Vegetationsfülle bedeckt sehen. Wir dürften eine solche Annahme wohl für die ältesten Zeiten der festen Erde machen, umsomehr, als wir annehmen müssen, daß damals eine höhere und dichtere Atmosphäre die Wärmeausstrahlung der Erdoberfläche verminderte, allein auf die ungeheuren Zeiträume hinaus, in denen die gesammte Erde ein warmes Klima besessen hat, und welche sich bis an das Ende der Tertiärzeit erstreckte, können wir keine Centralheizung der Erde für wahrscheinlich halten. Auch die Annahme Heer's, daß das Sonnensystem damals vielleicht in wärmeren Weltregionen umhergekreist sei, ist nicht sehr viel glücklicher, so daß wir eine andere Hypothese nicht ohne Weiteres von der Hand weisen dürfen, die in neuerer Zeit von Blandet aufgestellt worden ist, und mit keiner physikalischen oder astronomischen Thatsache in directem Widerspruche steht.

Blandet geht von der Kant-Laplace'schen Welttheorie aus, und sagt, vor vielen Jahrtausenden, als die Erde längst oberflächlich erkaltet sein konnte, war die Sonne noch viel ausgedehnter als heute, ihre Umrisse erstreckten sich damals vielleicht noch bis zur Merkursbahn. Eine so große Sonne, die beinahe den vierten Theil des Horizontes einnahm, mußte einen wesentlich anderen Effekt auf die Erde ausüben, als unsre heutige Sonne. Ihre übergroße Wärmestrahlung zwar konnte durch eine dichtere Atmosphäre abgehalten werden, aber die Beleuchtungserscheinungen mußten wesentlich andere sein, die Nächte viel kürzer, die Dämmerungszeiten und Tage bedeutend länger ausfallen. Eine der letzteren ähnliche Voraussetzung wurde nun beinahe gefordert, von einer anderen Erfahrungsreihe aus, nämlich von den neuern geologischen Erforschungen der Polarländer, welche gezeigt haben, daß der Nordpol bis in eine sehr späte Periode hinein, ringsum von einem üppigen Pflanzenwuchs bedeckt gewesen ist, der bei einem halbjährigen Tag- und Nacht-

wechsel, wie er nunmehr dort stattfindet, kaum zu denken sein würde. Wohl könnten wir dichte Nebel annehmen, welche, warmen Strömungen des Meeres folgend, die Vegetation jener Gegenden vor dem Erfrieren durch Wärmeausstrahlung geschützt haben könnten, allein die halbjährige Nacht und der halbjährige ununterbrochene Sonnenschein würden kaum günstig eingewirkt haben können. Andererseits spricht alles dafür, daß die Richtung der Erdachse bis auf die geringen periodischen Unterschiede, welche die sogenannte Nutation und das Vorrücken der Nachtgleichen hervorbringen, immer dieselbe gewesen ist. Dafür zeugt namentlich der Umstand, daß die arktische Flora in alten und neuen Zeiten in weiten Kreisen rings um den Pol dieselbe gewesen ist, was kaum der Fall gewesen sein könnte, wenn derselbe seinen Platz gewechselt hätte.

Hier tritt nun eine Betrachtung in den Vordergrund, die bereits Buffon angestellt hat, und die mit allen bis jetzt beobachteten Thatsachen im Einklange steht. Mußte nicht, sagt er, wenn man von der feuerflüssigen Erde ausgeht, das erste Festland an den Polen entstehen, und die allgemeine Gluth der Erdoberfläche dort zuerst soweit gemäßigt werden, daß lebende Wesen existiren konnten? Zu einer Zeit, in welcher an allen andern Punkten der Erde noch eine unerträgliche Wärme herrschte, konnte dort bereits ein Klima vorhanden sein, welches sich dem der heutigen Tropen vergleichen ließe. Es widerstrebt unserem gewohnten Denken und dem alltäglichen Gesichtskreise, gerade dieses jetzt vom ewigen Eise bedeckte Land als die Wiege des Lebens betrachten zu sollen, allein alle neueren Erfahrungen der Wissenschaften drängen uns dazu, dorthin den Blick zu richten. Der ausgezeichnete französische Pflanzenpaläontologe Graf von Saporta weist zum Beweise für diese Ansicht darauf hin, daß die älteren und gleichzeitig reichsten, fossilienführenden Schichten unserer nördlichen Halbkugel, die uns von dem ältesten Meeresleben von Pflanzen und Thieren Kunde geben, in den kalten Breiten der Nordpolländer angetroffen werden, namentlich in 50—60° nördlicher Breite und darüber hinaus. Dort finden sich die silurischen Schichten, die von der Verwitterung des ältesten Nordpollandes gebildet sind, in größter Ausbildung und obgleich sich dieselben bis zum 35° n. B. in Spanien und Nordamerika ausbreiten, so werden die am meisten charakteristischen Schichten doch in England, Skandinavien, Böhmen und Nordamerika angetroffen. Daß das silurische Meer in den arktischen Breiten ein warmes Meer war, beweisen uns die Korallenbauten desselben, welche von sechszähligen Korallenthieren ausgeführt wurden, die heute nur noch in den wärmsten Meeren leben. Die Insel Gothland und andere nordische Inseln bestehen aus den Resten dieser uralten Gesellschaftsbauten.

Noch ältere, beinahe von organischen Resten freie Schichten, die zu einer Zeit gebildet wurden, als das organische Leben im Meere noch nicht existirte, oder, was wahrscheinlicher ist, nur in Formen vorhanden war, die sich ihrer weichen Beschaffenheit wegen nicht zur Erhaltung und Versteinerung eigneten, trifft man in ihrer hauptsächlichsten Ausbildung in Canada, Grönland und

Ideale Sumpflandschaft der Steinkohlenzeit.

Spitzbergen an. Es ist nicht anders mit den obern devonischen und den marinen kohlenführenden Schichten, die der eigentlichen Steinkohlenzeit vorausgingen; dieselben breiten sich bis zum 76° n. B. auf Grönland, bis zum 79° auf Spitzbergen aus und d'Archiac hat bereits vor längerer Zeit bemerkt, daß die nach Norden so zusammenhängenden Steinkohlenablagerungen — „Surturbrand" der altnordischen Poeten — südlich vom 35° n. B. zur Ausnahme werden.

In der That stimmen alle Vorstellungen, zu denen die Untersuchungen der nordischen Steinkohlenwälder geführt haben, mit der oben entwickelten Ansicht eines damaligen feuchtwarmen, dunstigen Klima's, mit matter Beleuchtung überein. Der Steinkohlenwald war zusammengesetzt vorwiegend aus niedern und baumartigen Farnen, sowie fremdartigen, unsern Lycopodien und Selaginellen am nächsten verwandten Bäumen, an deren jetzt lebenden Verwandten wir aus ihrem natürlichen Vorkommen, wie aus den Erfahrungen der Gärtner wissen, daß sie am besten im Halbschatten und in sehr feuchter Luft wachsen, das ungemilderte Sonnenlicht geradezu fliehen und darin umkommen. Der starke Feuchtigkeitsgehalt der Luft in den Steinkohlenzeiten wie in den vorausgegangenen Epochen ist vielleicht als einer der merkwürdigsten entwicklungsgeschichtlichen Momente aufzufassen. Wahrscheinlich erleichterte er nämlich dem im Wasser geborenen pflanzlichen und thierischen Leben in sehr wesentlicher Weise die Uebersiedlung auf das feste Land. Kiementhiere, die in trockner Luft alsbald sterben, konnten in der feuchtwarmen Atmosphäre lange außerhalb des Wassers leben und so allmälige Umwandlungen in Lungenthiere eingeleitet werden. So verkettet sich in der Erdgeschichte ein Zustand mit dem anderen. Amphibien und Luftinsekten waren die ersten thierischen Ansiedler im Steinkohlenwalde. Und noch jetzt lieben die Salamander, Molche und Tritonen so wie die Urinsekten die tiefe Dämmerung, welche mit einer dunstigen Atmosphäre verbunden ist. Der um die Klimatologie, Pflanzen- und Insektenkunde der Vorwelt hochverdiente schweizerische Paläontologe O. Heer hat diese Schlüsse nach vielen Richtungen bestätigt. Er fand in den nordischen Steinkohlenschichten Reste von Baumfarnen, die noch lebenden, tropischen Arten nahestehen. Er schildert das Vorwiegen Wärme und Schatten liebender tropischer Urinsekten in denselben, namentlich der Termiten und Kakerlaken. Bunte Blumen und Schmetterlinge fehlten diesem Walde, aber die ungemeine Anmuth und Zierlichkeit der Formen macht den im frischesten Grün prangenden Steinkohlenwald dennoch zu einem lockenden Vorwurf für den Künstler. Auf der beistehenden Tafel sehen wir einen solchen aus Sigillarien, Lepidodendren, Farnen und anderen Pflanzen, die wir später genauer kennen lernen werden, zusammengesetzten Steinkohlenwald. (Siehe Taf. I.)

Ueber diesem in allen Schattirungen von Grün und Gelb schimmernden Walde, dem selbst der Herbst keine bunteren Farben entlockt haben dürfte, schien

durch dichten Nebel eine gewaltig große, aber vielleicht selbst am Mittage gluthrothe Sonne, so daß glühende Beleuchtungstinten der Landschaft darum nicht gefehlt haben werden. Als weiterer auf den gemeinsamen Polarursprung deutender Charakter kommt die auffallende Gleichförmigkeit seiner Angehörigen, eine merkwürdige Arten-Armuth in Betracht. Wenige hundert überall wieder-

Fig. 26.
Neuropteris flexuosa.

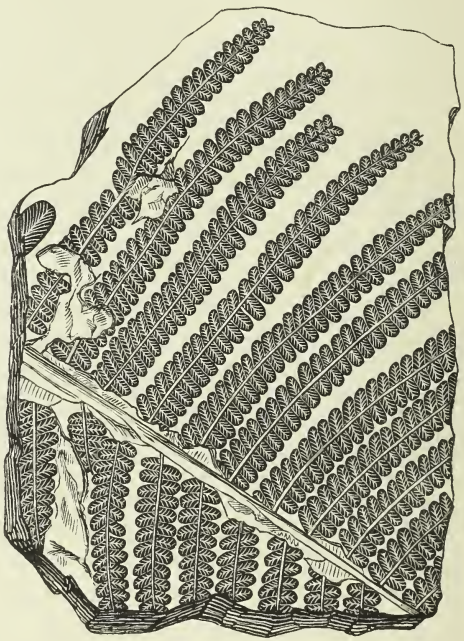


Fig. 27.
Pecopteris arborescens.

Farne der Steinkohlenzeit.

kehrende Gestalten setzten ihn zusammen. Wenn wir uns ein ähnliches Verhältniß unter den Lebewesen der silurischen Meere durch den allseitigen Zusammenhang derselben erklären können, so scheint die Frage trotz des vorausgesetzten polaren Ausgangsherdes bei den Sumpfpflanzen der Steinkohlenwälder schwieriger. Sie scheint es aber nur und ist es nicht. Denn wenn wir an den sogenannten Bärlappsamen oder das Hexenmehl, dieses unfühlbare Sporenmehl der Lycopodiaceen, mit dem die Kinder eingestreut werden, an den nach der germanischen Sage unsichtbaren, nur den Elfen bekannten, mit Hilfe böser Geister in der Johannisnacht findbaren „Farnsamen" denken, so wissen wir, daß die Fortpflanzungszellen der gesammten Gewächse des Stein-

kohlenwaldes von einer solchen Kleinheit und Leichtigkeit waren, daß ein tüchtiger Sturm zur rechten Zeit die halbe Erde in eine lebendige Staubwolke dieser Sporen gehüllt haben muß. Und wenn dann ein Regen fiel, so war es ein „Schwefelregen", wie wir ihn in solcher Ausdehnung nicht mehr beobachten, ein Regen, der ganze Erdtheile mit gelbem Sporenstaub bedeckte und die Oberfläche von Weltmeeren milchig machte. Wir haben ein doppeltes Recht, hier von vorweltlichen Regengüssen zu sprechen, denn so gut wie die Pilger aus dem gelobten Lande versteinerte Milch der Maria mitbrachten, haben wir ja oben „versteinerten Platzregen" gesehen, Blasenspuren auf feuchtem, nachher erhärteten Thonschlamm, und andrerseits zweifeln wir nicht, daß seit den Jugendjahren der Erde der Wechsel von Regen und Sonnenschein ebensowenig jemals dauernd geruht hat, wie heute. An einen durch Aeonen wirkenden, wenn auch gemilderten Sonnenschein müssen wir aber denken, wenn wir die ungeheure Mächtigkeit der Steinkohlenlager unseres Erdenschooßes überschlagen, und dann mit dem geringen Wachsthum von Torfbildungen in unserer Zeit vergleichen. Denn man zweifelt jetzt nicht mehr daran, daß die Steinkohlen, in denen die Sonnenwärme vergangener Aeonen centnerweise begraben liegt, um von uns als Herdwärme wiedererweckt zu werden, an Ort und Stelle auf sumpfigem Boden erwachsen sind, und nicht, oder doch nur in einzelnen Fällen aus in Flußmündungen zusammengeflößten Wäldern oder gar aus Algenresten entstanden sind, wie man neuerdings behauptet hat. Die große Anzahl der Farnabdrücke (Fig. 26 und 27), die man in den Grenzschichten der Steinkohlenlager gefunden, und nach denen bereits mehrere hundert Arten von Farnkräutern bestimmt worden sind, beweisen das Gegentheil. Diese Steinkohlenmoore unterschieden sich von den Torfmooren hauptsächlich dadurch, daß nicht blos Moose, sondern auch hohe farnartige Gewächse in ihnen emporwucherten und nicht blos weiches Zellgewebe, sondern hartes Holz in ihren erhaltenden Schooß betteten. Aber den Proceß der Kohlenbildung werden wir uns als einen der Torfbildung ähnlichen denken müssen, als eine langsame Verwandlung der Pflanzenreste in eine gleichförmige Humus-Masse, in der sich nur schwierig Elemente des zelligen Aufbaus der Pflanzen erkennen lassen.

Eine der gewöhnlichsten Erscheinungen bei Steinkohlenschichten ist die der Wechsellagerung mit Sandstein- und Kohlenschieferschichten, welche letzteren dann besonders reich an Pflanzenabdrücken zu sein pflegen. Man muß dabei offenbar häufige Schlammüberschwemmungen der Torflager annehmen, die zuweilen Meeresversteinerungen enthalten, so daß man an Uferwaldungen in Flußmündungen gedacht hat, die in einem langsamen Sinken begriffen waren, und sich nach jeder Ueberschwemmung immer wieder neu mit üppigem Pflanzenwuchs bekleideten. Es ist auch sehr wohl möglich, daß Schwemmholz an der Bildung betheiligt gewesen ist, wie man in der Jetztzeit häufig gewaltig ausgedehnte Treibholzbänke an den Mündungen großer Ströme und an den Ab-

lagerungsplätzen der warmen Meeresströmungen an nordischen Ufern gewahrt. In einem Seitenarm des Mississippi, dem Achtafalaya, hat man eine innerhalb achtunddreißig Jahren gebildete Treibholzbank beobachtet, die mehrere Meilen lang und acht Fuß tief war. Andererseits hat man zahlreiche Beweise gefunden, daß die meisten Stämme, die man in den Grenzschichten des Steinkohlenwaldes findet, an Ort und Stelle gewachsen sind, nämlich die in zahlreichen Steinkohlenbergwerken aufrecht stehend angetroffenen Baumstämme (Fig. 28). Zuweilen sieht man sogar die oben entwipfelten und abgebrochenen Stämme mit ihren ausgebreiteten Wurzeln in einer thonig erdigen Schicht

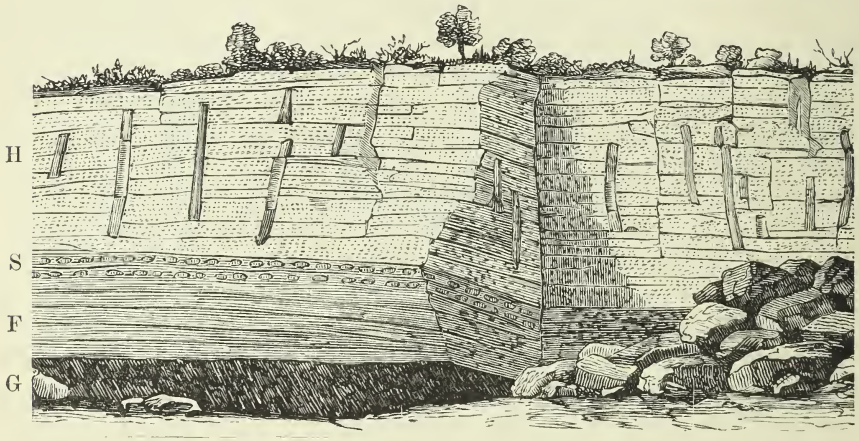


Fig. 28.
Aufrecht stehende Baumstämme im Kohlensandstein von Treuil in Frankreich.
H. Sandstein. S. Kohlenschiefer mit Thoneisennieren. F. Kohlenschiefer mit Pflanzenabdrücken. G. Steinkohle.

festsitzen, die offenbar während ihres Wachsthums die Bodenoberfläche darstellte. Später sind diese Stämme dann an Ort und Stelle durch Ueberschwemmungen, wie das ja heute auch vorkömmt, von Schlammablagerungen eingehüllt worden, worauf die obere Krone in der Regel abstarb und verweste, ehe sie von neuen Schlammschichten ebenfalls vollkommen eingeschlossen wurde. Diese aufrecht stehenden fossilen Baumstämme findet man stets noch rund, während die liegenden, die man zuweilen auf Schwemmhölzer deuten kann, in der Regel platt gedrückt erscheinen. Die große Zahl mit dünnen Kohlenbänken wechselnder Gesteinsschichten, welche sich an vielen Stellen finden und die z. B. in der Nähe von Saarbrücken bei einer Gesammt-Mächtigkeit von nur 338 Fuß auf 164 solcher Unterbrechungen des Pflanzenwachsthums steigen, geben eine gute Illustration zu der oben (S. 35) angedeuteten Wahrscheinlichkeit, daß die Ufer des Meeres und der Strommündungen früher viel häufiger als jetzt von Sturm- und Springfluthen heimgesucht worden sein müssen,

welche große Schlammmassen über den Uferwald führten und die Stämme stehend einhüllten und tödteten. Ein besonderes Vorkommen macht diese Annahme noch wahrscheinlicher. Sowohl in Europa, als auch in Nordamerika hat man häufig Thierreste in den aufrechtstehenden hohlen Stämmen der Steinkohlenschichten gefunden, welche darthun, daß der Steinkohlenwald nicht nur von Insekten aller Art, sondern auch von zahlreichen Wirbelthieren, die zum Theil auf der Grenze zwischen Amphibien und Reptilen standen, bewohnt war. J. W. Dawson hat vor einigen Jahren fünfundzwanzig Stück solcher aufrechtstehenden Baumstämme eines Steinkohlen-Abbaus in Neuschottland untersucht und in fünfzehn derselben mehr oder weniger zahlreiche Thierreste angetroffen. In einem einzigen solchen Baume fand Dawson ein ganzes Dutzend Skelette von Mikrosaurien und Labyrinthodonten zusammengedrängt, und dazu noch manche andre Thiere des Steinkohlenwalds, wie Tausendfüßler und Landschnecken, die man bisher nur in solchen aufrechtstehenden Baumstämmen angetroffen hat. Dawson meint, man müsse sich denken, daß solche mit der Zeit ausgehöhlten Baumstümpfe wie eine Art natürlicher Fallen gewirkt haben müßten, in welche die Thiere hineinfielen und nicht wieder emporkriechen konnten. Aber man muß bedenken, daß es sich hier grade um Thiere handelt, die meist mit Leichtigkeit an senkrechten Flächen emporklimmen, und mir erscheint es daher viel wahrscheinlicher, daß die betreffenden Thiere beim Herannahen der hohen Meerfluthen diese Baumstümpfe erklettert und in ihrem Innern Zuflucht gesucht haben, darinnen aber ertrinken oder verhungern mußten, weil die Ueberschwemmungen sich nicht immer schnell verliefen. Wenn man an die zwölf in einen einzigen hohlen Baumstumpf geflüchteten Molche oder Eidechsen denkt, so erneuert sich vor unserm geistigen Auge ein Bild, wie es die Maler der Sintfluth häufig dargestellt haben; eine Schaar von Thieren, die bei der steigenden Fluth auf die Bäume flüchtet, wobei eines das andre drängt, bis alle Plätzchen besetzt sind, und vom Rande hohler Stümpfe viele in das Innere derselben herabgestoßen werden. In Anlehnung an die Forderung der ehemals stärkeren Gezeiten erklären sich diese Funde, wie überhaupt die Erscheinung der aufrecht begrabenen Baumstämme ziemlich ungezwungen und man hat nicht nöthig, zu so gewagten Phantasieen zu flüchten, wie z. B. die von wiesenartig auf dem Meere schwimmenden Steinkohlenwäldern, die in aufrechter Stellung versunken sein sollen.

Dagegen dürfen wir ohne dem rückblickenden Verstande Zwang anzuthun, an ein überaus üppiges Wachsthum in der feuchten Wärme jener Zeit glauben, da ja, wie eben diese Kohlenlager beweisen, Nahrungsstoff in Form von Kohlensäure der Luft in Ueberfülle beigemischt gewesen sein muß. Grade dieses Sumpfwachsthum, welches die absterbenden Pflanzen erst verhinderte, ihren Kohlengehalt durch gänzliche Verwesung an die Luft zurückzugeben, war, was einer Weiterentwickelung des Lebens auf der Erde vorausgehen mußte.

In einer Atmosphäre, welche noch allen Kohlenstoff der späteren Kalk-, Kreide- und Marmor-Gebirge, der Steinkohlen- und Braunkohlenlager in Form von Kohlensäure enthielt, wäre ein höheres Luftleben, wie wir es kennen, nicht möglich gewesen. Die Entwicklung des Lebens würde ganz andere Wege haben einschlagen müssen, wenn nicht Pflanzen und niedre Wasserthiere emsig darauf hingearbeitet hätten, dieses Gift des höheren Luftlebens aus der Welt zu schaffen. Denn die üppig bewaldete Erde zeigte damals ohne Zweifel auch an den Polen eine Stick- und Fieberluft, wie sie heute kaum noch Inselländer, Sümpfe und Urwälder am Aequator erzeugen. Wir können an diesem Beispiele recht gut das gegenseitige Bedingen der Entwicklungsvorgänge in der Lebewelt erkennen, und einsehen, wie jede Pflanze und jedes Thier ein Kind seiner Zeit ist, und wie der Zweckbegriff sich in die Naturwissenschaft einschleicht. Es liegt nämlich bis zu einem gewissen Grade nahe, zu sagen, die Steinkohlenwälder hatten den Zweck, die Luft zu reinigen, damit ein höheres Leben auf der Erde erscheinen konnte, es liegt aber näher zu erwidern, dieses höhere Leben würde nicht, oder in anderen Formen erschienen sein, wenn diese Kohlenstoffmenge in der Luft geblieben wäre. Die Beziehung ist da, sie läßt nur verschiedene Auslegungen zu und Jeder nimmt die ihm denkgerechteste. Jedenfalls waren die baumartigen Schafthalme und Lycopodien ebenso die Säuglinge einer solchen stickigen Atmosphäre, wie die höhern Thiere der späteren Zeit von ihrer Geburt her an die Athmung reinerer Lüfte gewöhnt sind.

Daß auch für die späteren aufeinanderfolgenden Vegetationsphasen die Polargebiete die Ursprungsmittelpunkte gewesen sein dürften, wird nach der Ansicht des Grafen Saporta durch die Thatsache unterstützt, daß alle Formationen, die auf die Steinkohlenformation folgten, namentlich Jura-, Kreide- und Tertiärbildungen reichlich in den Felsen dieses Gebietes vertreten sind, und daß ihre organischen Einschlüsse in jedem einzelnen Falle denjenigen niederer Breiten sehr ähnlich sind. Der erste Wechsel, der sich in den späteren Zeiten andeutet, scheint eine etwas größere Aufhellung der Atmosphäre gewesen zu sein, denn allmälig erscheinen Pflanzen und Thiere, deren heutige Verwandte den Sonnenschein mehr lieben, als diejenigen der Pflanzen und Thiere des Steinkohlenwaldes. Es erscheint nicht unbedingt nöthig, daß damit eine erhebliche Temperatursteigerung verbunden sein mußte, denn was die Wärmezufuhr erleichtert, begünstigt im selben Maße auch die Ausstrahlung, so daß die Bilance dieselbe bleiben konnte. Man hat die mittlere Lufttemperatur der Erdoberfläche zur Zeit der Steinkohlenwälder auf 25—30 C. geschätzt, und dieselbe Temperatur ist man geneigt, auch für die sogenannte Sekundärzeit aus der heutigen geographischen Verbreitung der Pflanzen- und Thierfamilien abzuleiten, die damals lebten. Aber damals war dieses Klima ein gleichmäßiges vom Aequator bis zu den Polen, denn von Indien bis zum Nordpol lebten Palmenfarne und andere Pflanzen, deren Verwandte jetzt nur in

Ideale Landschaft der Jura-Zeit.

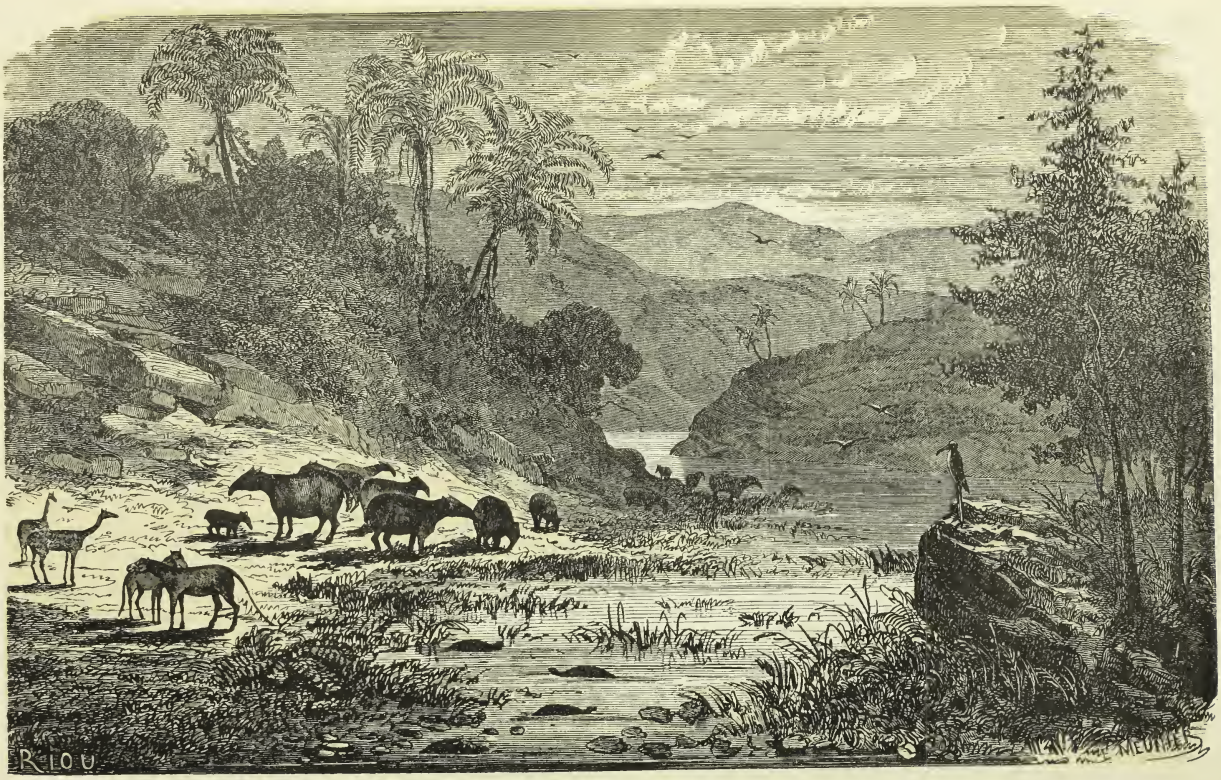
Ländern der oben genannten Mitteltemperatur gedeihen. Es war die Zeit der sogenannten Urfamenpflanzen (Cycadeen und Coniferen), die aber in größerer Formenmannigfaltigkeit als heute auftraten, und neben den wie heute Nadeln tragenden Zapfenbäumen sah man damals zahlreiche breitblättrige Formen, namentlich aus der Verwandtschaft der Taxusbäume, die das Laubholz, welches damals noch fehlte, physiognomisch ersetzten. Und zur selben Zeit baueten in Mitteleuropa Korallen, wie sie jetzt nur noch in der Südsee leben, die mächtigen Korallenbänke auf, die wir namentlich im Jura-Gebirge antreffen, nach welchem die Zeit, von der wir sprechen, die Jurazeit genannt worden ist. Wir sehen auf unserer zweiten Tafel eine Landschaft dieser Zeit mit Korallenbänken und Atollen, Palmenfarnen (von der ausgestorbenen Gattung Pterophyllum), einem wärmeliebenden fossilen Nadelholz (Thuites) und den schwimmenden und fliegenden Reptilien, und reptilschwänzigen Vögeln dargestellt, die jene Zeit charakterisiren.

Die Reptilien, deren Herrschaftsperiode dieses Weltalter charakterisirt, bedürfen zu ihrem Wohlbefinden, aus Mangel an eigener lebhafter Wärme-Entwicklung ihres Blutes, und zur Ausbrütung ihrer Eier einer hohen Luftwärme, wie sie damals in allen Zonen vorhanden war, so daß wir ihr damaliges Gedeihen wohl begreifen und es verstehen lernen, warum in jener Periode eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Reptilformen Erde, Luft und Wasser bevölkerte. Es gab damals Wiesen und Wälder abweidende, elephantengroße, aber doch vielleicht harmlose Reptile, Schwimm- und Wat-Reptile mit kurzen Ruder- oder langen Stelzfüßen, känguruhartig springende und fliegende, und endlich Raubreptile, welche durch ihr Gebiß Krokodile und Löwen unsrer Zeit in Schatten stellen. Später werden wir ausführlicher von ihnen zu berichten haben. Noch gegen das Ende ihrer Herrschaft, zur sogenannten Kreidezeit, wuchsen im Golfe von Omenak in mehr als 70° n. Br. Cycadeen, tropische Farne (Gleicheniaceen) und tropische Nadelhölzer (Tsuga- und Araucaria-Arten) und erst damals machte sich ein in der Vegetation ausgedrückter, geringer klimatischer Unterschied zwischen höhern und niedern Breiten geltend.

Die ersten Anzeichen einer beginnenden Abkühlung in jenen höhern Breiten werden durch die jüngern Coniferen geliefert, welche in den polaren untern Kreideschichten auftreten. Ihnen folgte die erste Erscheinung von Laubbäumen mit hinfälligen Blättern, welche ihrerseits den Zeitabschnitt bezeichnen, in welchem dort das Sommer- und das Winterklima zuerst in einen merklichen Gegensatz zu treten begannen. Graf Saporta betrachtet das am Pole beginnende Auftreten der Bäume mit fallendem Laube als die größte Revolution im Pflanzenreiche, welche die Erde jemals gesehen hat, und stellte von da ab eine Zunahme derartiger Bäume bis zur Gegenwart fest. Es ist wichtig, hierbei zu bemerken, daß es genau dieselbe Epoche ist, in welcher die Thiere mit warmem Blute begonnen haben, sich zu verbreiten und zu

vervielfältigen. Die Bebrütung und das Austragen der Jungen im Mutterleibe führten sich als Mittel ein, um den Jungen in ihrer ersten Entwickelungsperiode die frühere gleichmäßige Wärme zu sichern, und sie von den nunmehr eintretenden Schwankungen der Lufttemperatur unabhängig zu machen. Die Reptile, welche ihren Jungen diese natürliche Wärme nicht bieten konnten, mußten sich vermindern und auf wärmere Zonen zurückziehen. Auch noch in anderer Beziehung wurde diese Theilung der Erde in Zonen verschiedener Wärme für die Thierwelt folgenreich. Es leiteten sich damit jene Wanderungen ein, die ein wechselndes Klima erzwingt, und die wahrscheinlich sehr viel zur Vermannigfaltigung der Lebensformen beigetragen haben. Diese Wanderungen waren theils wirkliche Auswanderungen auf Nimmerwiedersehen aus unwirthlich werdenden Ländern, theils periodische Jahreszeiten-Züge mit Heimkehr, und für beide haben schmale Landbrücken und Wasserstraßen eine so große Bedeutung gehabt, daß es sehr wichtig ist, die Land- und Meerengen der vorzeitlichen Epochen kennen zu lernen. Forscher, die es unternommen haben, die Instinkte der Thiere zu enträthseln, sind sogar so weit gegangen, zu vermuthen, daß den Vögeln, die über das Mittelmeer fliegen, die Kenntniß eines jenseits befindlichen wirthlichen Landes aus einer Zeit verblieben ist, wo sie dieses Land in kleineren Stationen mit Benutzung einer Landbrücke erreichen konnten. Die wahrscheinlichste Deutung dieser Thatsachen dürfte, alles recht erwogen, die sein, daß der Sonnenball inzwischen seinen Umfang beträchtlich vermindert hatte und den Polen zeitweise seine Strahlen zu entziehen begann.

Aus der dritten Periode des vorweltlichen Lebens, der sogenannten Tertiärzeit, besitzen wir außerordentlich eingehende Untersuchungen der Polarflora von Oswald Heer. Sowohl von der Insel Disko (70° n. Br.) als sogar von Grinnelsland nördlich der Smithstraße (82° n. Br.) sind zahlreiche Pflanzenabdrücke gesammelt worden, die in der Mitte jenes gewaltigen Zeitabschnittes so nahe dem Pole wuchsen. Sie zeigen, daß damals die Abkühlung des Klima's in jenen Breiten bereits weit vorgeschritten war, und da gleichzeitig das mittlere Europa noch ein warmes Land war, beweisen sie uns, daß die Abkühlung an den Polen begonnen hatte und daß dieselben ihre Lage niemals verändert haben, außer möglicherweise in jenem kleinen Kreise, von dem wir nachher zu sprechen haben werden. Unter den fünfundzwanzig Pflanzenarten der mittleren Tertiärzeit, die Heer aus Grinnelsland erhielt, gehören Zweifünftel den Nadelhölzern an und mehrere näheren sich jetzigen Formen, z. B. unsrer Silbertanne und der virginischen Sumpfcypresse. Die Laubbäume dieser dem Nordpol nahen Gegend trugen durchweg als Zeichen einer bereits sehr ausgesprochenen Winterjahreszeit abfallendes Laub. Es befanden sich darunter die Polarpappel, eine Haselnuß und eine Birke, die den unsrigen so ähnlich sind, daß man sie als deren Vorfahren betrachten möchte, eine Viburnum-Art, Seerosen und Schilfarten.



Mitteleuropäische Landschaft der Locän-Zeit.

Man ersieht aus diesen Andeutungen, daß damals um den Pol diejenigen Bäume und Kräuter wuchsen, deren Nachkommen jetzt in das mittlere Europa, Asien und Amerika hinabgewandert sind und daß damals auch bereits die Abgrenzung klimatischer Zonen begonnen hatte. Und von nun ab finden wir am Pole nicht mehr dieselben Pflanzen wie in den niedern Breiten; denn zur selben Zeit wuchsen im mittleren Europa bis jenseits des fünfzigsten Breitengrades Zimmtbäume und Palmen. Es herrschte damals eine Mitteltemperatur, die um etwa 9° C. höher war, als die jetzige in Mitteleuropa, d. h. etwa 20° C. in Süddeutschland, 15—16° in Norddeutschland. Im Beginne der Tertiärzeit, in der sogenannten Eocän-Zeit, der die dritte unserer vorweltlichen Landschaften gewidmet ist, mag die Mitteltemperatur noch um 3—5° C. höher gewesen sein. Unser Bild will eine Oertlichkeit der damals mit Palmen geschmückten Umgebung von Paris aus der älteren Tertiärzeit versinnlichen, und hat die in dem dortigen Becken gefundenen Reste der Vorfahren unserer Hufthiere zu neuem Leben auferweckt. Wir sehen um das kleine mit Schildkröten besetzte Wasserbecken das tapirartige Paläotherium weiden, links im Vordergrunde steht das Xiphodon, welches man für einen Urahn der Hirschfamilie ansieht, und ganz vorne das Anoplotherium, welches die Charaktere der Schweine und Wiederkäuer noch in seinem Bau vereinigte.

Von nun ab scheint es in schnellerem Tempo mit der Abkühlung des Klima's vorwärtsgegangen zu sein, und wir treffen jetzt auf unerwartet großartige Wirkungen derselben. Es ist die Erhebung von Gebirgsketten, als wahrscheinliche Folge der weiteren Zusammenziehung des Erdkerns durch die fortschreitende Abkühlung. Der heiße Erdkern wird durch die beschleunigte Ausgabe seiner Wärme, sei es auf dem langsamen Wege der Leitung, durch die Luft und die Meere, oder durch die beständigen Wärme- und Material-Ausgaben der Vulkane, natürlich immer kleiner, und damit muß das ihn anfangs knapp umschließende Gewand der Erdrinde allmälig zu weit werden, stellenweise nachsinken und sich in Falten legen. Man hat früher die Gebirge für durch vulkanische Gewalt gehobene Schichtenketten gehalten, allein ein genaueres Studium der Alpen und Apenninen hat mit Sicherheit ergeben, daß wenigstens diese Gebirge nicht plötzlich, sondern allmälig erhoben worden sind, durch unwiderstehliche, aber langsam wirkende Gewalten. Das Alpenland erhob sich zwar schon in früheren Epochen zeitweise über dem Meeresspiegel, aber die eigentliche Erhebung geschah erst, wie die mitgehobenen Absatzschichten beweisen, in der Mitte der Tertiärzeit, diejenige der Apenninen noch bedeutend später. Schon Elie de Beaumont sah die Gebirgserhebungen als Folgen einer horizontalen Zusammenschiebung der Erdrinde beim Schrumpfen des Erdkernes an, und in neuerer Zeit haben Mallet, Dana, Süß, Runge, Heim und andere Geologen die Beweise dafür geliefert; auch hat man diese Erscheinungen künstlich nachgeahmt, indem man einen aufgeblasenen Kautschouk-

ball in geschmolzenes Wachs tauchte, und sich nach dem Erkalten durch langsames Ausströmen der Luft zusammenziehen ließ, wobei sich das Wachs zu Kettengebirgen aufbäumt.

Beinahe in allen Ländern, woselbst man die Erdrinde untersucht hat, sah man die einzelnen Schichten derselben in kleinere oder größere Falten gelegt, und zwar, wie es nach der obigen Theorie der Fall sein mußte, die älteren Schichten in steilere als die jüngeren. Die krystallinischen Schiefer der Alpen sind allermeist bis zur nahezu senkrechten Stellung aufgerichtet, die mächtigen Schichtensysteme der rheinischen Uebergangsformation stehen selten unter 45°, die Steinkohlen liegen in starken Falten, nur die jüngsten Schichten seit der Kreidezeit finden sich in einer mehr der ursprünglichen, horizontalen Lagerung aller Sedimentschichten näher kommenden Lage. Aber erst die neuesten Untersuchungen von Heim haben es zur Gewißheit erhoben, daß auch die ältesten Erstarrungsgesteine der Alpen, welche den Gebirgskern bilden, und die man früher als die hebende Masse ansah, ebenso passiv an der Faltung Theil genommen haben, wie die darüberlagernden Sedimentschichten. Unter dem ungeheuren Drucke der darüberlagernden Schichten hat sich diese langsame Faltung theilweise ohne Bruch vollzogen, und zuweilen sieht man Versteinerungen, die längst vor der Faltung erhärtet waren; langgestreckt und gebogen, als ob sie aus bildsamer Masse bestanden hätten. An andern Stellen, namentlich in den obern Schichten, denen ein theilweises Ausweichen möglich war, haben sich Zerreißungen, Verwerfungen und Ueberschiebungen der Schichten vollzogen, die das bunteste Bild bieten, den Aerger des Bergmannes ausmachen und den Scharfsinn des Forschers herausfordern. Wahrscheinlich hat dieser unter dem ungeheuren Drucke des Gewölbeschubes stattfindende Vorgang im inneren Gestein mitunter Wärmewirkungen erzeugt, welche Gesteinsmetamorphosen erzeugten, wenn derselbe dagegen zu großartigen Verwerfungen und Brüchen führt, so mag dies mitunter die Erscheinung hervorbringen, die wir als Erdbeben bezeichnen, und in diesem Sinne hat E. Duncker die Erdbeben als Phasen in den regelmäßigen Entwickelungsgang der Erde einzureihen gesucht, obwohl dabei nicht vergessen werden darf, daß es auch Erdbeben aus ganz andern Ursachen, z. B. in Folge von Einstürzen ausgedehnter unterirdischer Hohlräume, die durch allmälige Auswaschungen entstehen, giebt. In Ländern mit sehr klüftigem Oberflächengestein würden solche ruckweisen Beschleunigungen des immerfort unwiderstehlich fortwirkenden Gewölbeschubes am häufigsten eintreten, während in anderen gleichmäßiger fundamentirten Gegenden die langsamen Hebungen und Senkungen der Meeresufer und Inseln die einzigen äußerlich sichtbar werdenden Merkzeichen des Vorganges blieben.

Indem Heim die Alpen in Gedanken wieder ausglättete, hat er gefunden, daß ihre Erhebungen einem Zusammenschub der Erdrinde um ein drittel Procent entsprechen. Zählen wir die Faltung der übrigen von dem

Centralalpenmeridian durchschnittenen Gebirge nach ihrem ungefähren Betrage dazu, so ergiebt sich eine Verkürzung des Erdumfangs um nicht ganz ein Procent! So erscheint uns ein ewiges Schwanken des Reliefs, der senkrechten Gliederung der Oberfläche, in dem allgemeinen Entwicklungsprozeß der Erde gegeben, und kann nicht eher aufhören, als bis das Innere vollständig erkaltet ist, und die Zusammenziehung ihr Ende erreicht hat. Während des Zeitraums, in welchem der Erdhalbmesser sich um etwa fünfzigtausend Meter verkleinerte, hat der durchschnittliche Niveau-Unterschied von Meergrund und Festland mehr als zehn Mal in jedesmal ganz anderer Gruppirung Raum gefunden und die Bewohner derselben zu Wanderungen und zur Aufsuchung neuer Heimstätten gezwungen, deren neue Lebensbedingungen ihr Wesen und ihre Gestalt beträchtlich beeinflussen und ändern mußten. Die Thier- und Pflanzen-Geographie muß, wenn sie die oft räthselhafte Vertheilung der Wesen begreifen will, diese Veränderungen der vorweltlichen Reliefs mit aufmerksamem Blicke zurückverfolgen; wir werden dazu in diesem Buche nicht den Raum haben. Nur auf den wunderbaren Erfolg müssen wir kurz hinweisen. Es kann kein Zweifel darüber sein, daß die Nöthigung der wandernden Geschöpfe sich neuen Bedingungen anzupassen, die Leistungsfähigkeit derselben beständig steigern mußte, so daß also die einfache Zusammenziehung des Erddurchmessers, indem sie fortwährend die Gruppirung von Land und Meer änderte, die Entwicklung der Lebewesen zu höheren Formen ähnlich fördern konnte, wie die Bewohner eines reich gegliederten Landes, wie z. B. Griechenlands oder Italiens, durch dasselbe am frühesten zu hohen Culturstufen befördert worden sind.

Wir begreifen nun leicht, warum überall der Kern der Kettengebirge, das sogenannte Centralmassiv, aus Granit, oder den ältesten Absatzbildungen (Gneis oder Glimmerschiefer) besteht, und durch Abwitterung oben als Gipfel hervortreten muß, warum man beim Aufsteigen zu den Gebirgsspitzen, von den jüngsten Neubildungen beginnend, deren Material die Verwitterung und Bloslegung der Gipfel lieferte, dieselben älteren Sedimentformationen in derselben Reihenfolge durchwandern muß, die man bei einer Bohrung unten im Thale in großen Tiefen untereinander finden würde. Indem vorzugsweise der Kamm der großen Erdfalte abwitterte, traten dort die zusammensetzenden Schichten nach einander zu Tage, und der Verwitterungsprozeß mag dadurch eingeleitet worden sein, daß hier an der stärksten Biegungsstelle fast regelmäßig ein Aufbrechen der Schichten eingetreten war, ein Umstand, der auch die zuweilen vorkommenden Kraterbildungen auf Kettengebirgen (Anden) erläutert. Die an den Gebirgshäuptern sich vorzugsweise verdichtende Luftfeuchtigkeit förderte dann jenen Verwitterungsprozeß, der das Spitzenrelief viel stärker ausfeilte, als es im Entstehen hervortrat, und so den Urcharakter der Falte zerstörte.

Das Wasser ist es, welches fortwährend im Bunde mit der Luft dahin

ſtrebt, Alles zu ebenen, und die Gebirge wieder abzutragen. Unaufhörlich ſchwemmt es die von Kälte und Wärme, durch die Luft, das Pflanzen- und

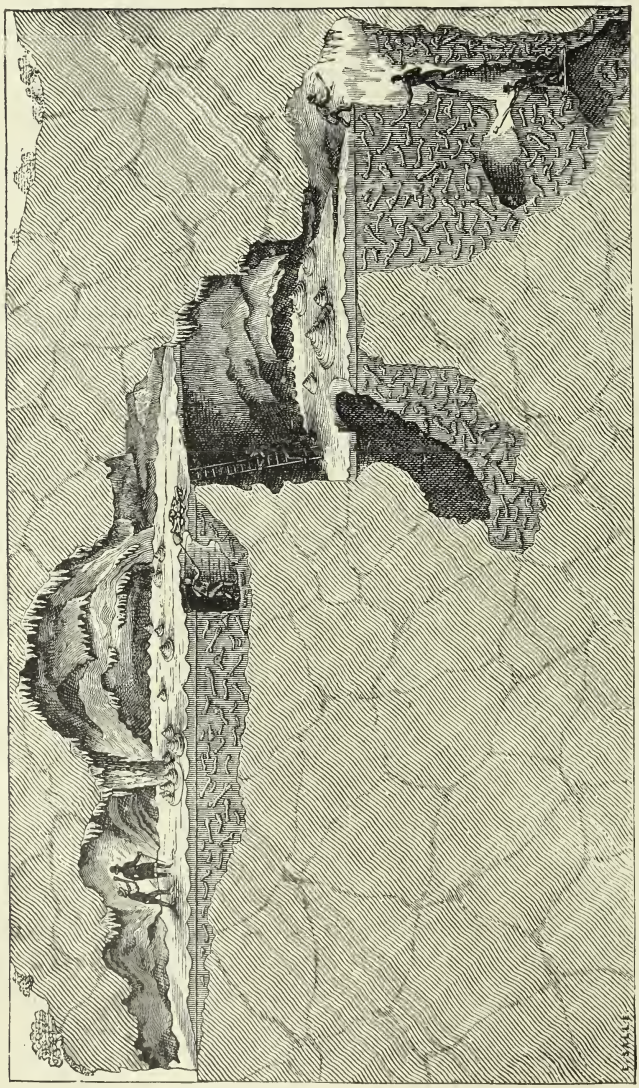


Fig. 29.
Durchſchnitt der Gaisenreuther Höhle.
Den von oben herabwachſenden Stalaktiten kommen von unten emporwachſende Stalagmiten entgegen, und vereinigen ſich zu Säulen, wobei der beſtändig von der Wölbung herabtropfende aufgelöſte Kalk dazu beiträgt, die Thierknochen, menſchlichen Werkzeuge u. ſ. w. in eine harte Kalkbreccie einzuhüllen.

Thierleben von dem feſten Geſteine losgelöſten Trümmer vom Berge in's Thal, ſich tiefe Schwemmbahnen grabend, in denen es die Trümmer hinabbefördert. Mit einem weiten amphitheatraliſchen Circus in der Nähe der

Gipfel beginnend, verengern sich die Auswaschungsthäler der Gebirge nach unten immer mehr, und schließlich tritt das Gebirgswasser wohl durch eine enge Spalte, eine tiefe Kluft, in's Thal hinab. Mit Hülfe der fortbewegten Trümmer zerfeilt es langsam den härtesten Fels und schneidet sich Bahnen ein, die wie mit dem Meißel eingeschnitten sind, die bekannten Klammen der Gebirge. So würde das Wasser zuletzt die ganze Erdoberfläche in eine holländische Landschaft verwandeln, wenn die Zusammenziehung des Kernes letzterer nicht immer neue Falten, und ihm neues Arbeitsmaterial verschaffte. Andererseits trägt es selbst mit seinen eben geschilderten auswühlenden und ausfeilenden Wirkungen dazu bei, das Relief der Erde zu vermannigfachen, den Falten des Erdantlitzes die feinen Runzeln hinzuzufügen, welche ihm den verwitterten Anblick des ehrwürdigen Alters verleihen. Besonders glückt ihm dies auf kalkigem Terrain, auf welches es nicht blos mechanisch, sondern vermöge seines nie fehlenden Kohlensäure-Gehaltes auch chemisch lösend einwirkt, und alte Faltungsrisse benützend, Höhlen und Gallerien ausnagt, die bis zu ihrem einstigen Zusammensturze unterirdischen Wasserläufen als Betten und zahlreichen Thieren zum Schlupfwinkel dienen, und die auch später der Mensch in seinen Urzuständen als Zufluchtsort gegen die Unbilden der Witterung nicht verschmähte. Der aufgelöste Kalk, der von den porösen Wölbungen herniederträufelte, versah diese unwirthlichen Wohnungen theilweise mit Deckenschmuck und Vorhängen aus sogenannten Stalaktiten von solcher Zierlichkeit, daß wir bewundernd diese Höhlen aufsuchen, und ihre phantastischen Gehänge in der Dekoration unserer Tempel und Wohnungen nachahmen. Was uns diese Höhlen aber vor allem in der Neuzeit schätzbar und werthvoll gemacht hat, ist die Ansammlung der Thier- und Menschenknochen der Quartärzeit in denselben, und eine Umhüllung mit schützendem Schlamm, die sie vor der Zerstörung durch Verwitterung bewahrte. (Fig. 29.)

Ebenso hat das Wasser Erzfelsen ausgewaschen und sogenannte Seifen zurückgelassen, und andererseits Erzgänge geschaffen, indem es metallische Stoffe, die es anderwärts gelöst hatte, in ihnen abgelagert hat. Wir können diese Wirkungen hier nicht in's Einzelne verfolgen, und wollen sogleich zu der andersgearteten mechanischen Kraft übergehen, die das Wasser in seinem gefrorenen Zustande als Eis erlangte. Wahrscheinlich hat es schon in früheren Epochen Gebirge gegeben, die hoch genug waren, daß sich auf ihnen Schnee und Eis sammeln konnte, und einzelne Geologen wollen Spuren desselben in älteren Schichten gefunden haben; eine größere geologische Bedeutung und Ausdehnung aber dürfte die Eis- und Gletscherbedeckung aus leicht begreiflichen Gründen erst in derjenigen Erd-Epoche erlangt haben, in der wir leben. Selbst den Nordpol haben wir ja noch in der Tertiärzeit mit üppigem Pflanzenwuchs bedeckt gefunden. Auf den Diluvial- und Alluvialschichten, den größtentheils noch nicht erhärteten jüngsten Wasserbildungen, hatte man nun schon längst Erscheinungen bemerkt, die man sich nicht mehr

durch bloße Wirkung des fließenden Wassers erklären konnte. Ueber einen großen Theil des nördlichen Europas bis ungefähr zum 51. Breitengrade, von Rußland, durch Polen und Deutschland bis nach Holland findet man die Thäler und Bergabhänge mit Steinblöcken überstreut, die oft eine solche Größe erreichen, daß man sie in vorgeschichtlicher Zeit sowohl, wie in unsern Tagen, zu Dolmen, Gedenksteinen und Monumenten verarbeitete. Es mag genügen, an den „Schwedenstein" auf dem Schlachtfelde von Lützen, an den gewaltigen Block, auf welchem die Statue Peter des Großen in St. Petersburg sich erhebt, und an die Rauensteine bei Fürstenwalde, unweit Berlin, zu erinnern, aus deren Hälfte die große Granitschale vor dem Berliner Museum gearbeitet ist. Man rieth anfangs auf verschwundene Granitberge der Gegend, von denen diese Blöcke stammen könnten, aber man fand schließlich, daß der dem Lützener Steine aus einem andern Grunde gegebene Namen der richtige sei, und daß man verirrte Wanderer aus dem fernen Skandinavien vor sich habe. Daher der Name Erratische oder Irr-Blöcke. Wie das verlorne oder verirrte Kind im Volksmärchen an dem Kleinod erkannt wird, welches ihm seine Mutter umgebunden, so erkannte man den fernen Mutterfels gewisser „Findlinge", wie man diese Blöcke ebenfalls genannt hat, an ihren Einschlüssen von Topas und andern Edelsteinen, deren Fundort genau bekannt war. Anfangs war man geneigt, eine kolossale Ueberschwemmungswelle zu Hilfe zu rufen, welche diese Blöcke so weithin gewälzt haben sollte. Diese Erklärung scheiterte aber an der zuweilen hunderte von Centnern betragenden Schwere mancher Findlinge und an den scharfen Kanten derselben, die jeden Gedanken an Rollung ausschließen, wenn die Phantasie wirklich dergleichen gigantische Wirkungen für möglich halten wollte.

In der Schweiz, der höheren Bildungsschule der Geologen, fanden endlich scharfblickende Naturbeobachter den Schlüssel des schweren geologischen Räthsels. Auch dort sah man mächtige Blöcke in weiter Entfernung von dem Muttergestein liegen, von dem man sie herleiten mußte, aber andererseits sah man auch, wie Blöcke, die auf die geneigte Ebene eines Gletschers fallen, von diesem meilenweit zum Thale transportirt werden. Die aus dem zusammengesunkenen Schnee der Gipfel gebildeten Gletscher fließen wie langsame Lavaströme in den gewundenen Thälern meilenweit abwärts und befördern auf ihrem Rücken Blöcke, die Frost und Wetter von überragenden Gipfeln losgelöst haben, sicher in's Thal. Es geht das nicht ebenso langsam, wie der Eisstrom selber, sondern in der Regel in Sprüngen, weil nämlich jeder größere Block, wenn die Sonne das Eis um ihn herum abschmilzt, wie ein Pilz oder Steintisch auf einem Eisstiele aus dem Gletscher herausragt, und endlich, wenn diese Stütze zusammenschmilzt, in Sprüngen eine Strecke weiter hinabrollt, wo er wieder zum Gletschertisch wird. (Fig. 30.)

Es handelte sich aber um die Deutung des Transportes von Blöcken,

die aus Gebirgen stammen, zu denen jetzt keine schiefen Ebenen aus Eis hinführen, von Blöcken, die weitab von jedem Gletscher liegen, der sie dorthin geführt haben könnte. Schon im Jahre 1802 hatte der schottische Geolog Playfair auf den Transport großer Steinblöcke durch Gletscher hingewiesen, aber erst als er fünfzehn Jahre später die Schweiz besucht, und der schweizerische Ingenieur Venetz im Jahre 1821 gezeigt hatte, daß die Gletscher der Schweiz ehemals eine viel größere Ausdehnung besessen, und daß man ihre Spuren nicht blos in den von ihnen transportirten Blöcken, sondern auch in besondern Schliffen und Schrammungen der Gesteine erkennen könne, fand

Fig. 30.
Gletschertisch (Mer de Glace, Chamouny).

diese Erkenntniß den Beifall weiterer Kreise. Das Eis in seiner zwar langsamen, aber unaufhaltsamen Bewegung schiebt an seinem Fuße und an seinen Seiten gewaltige Schuttwälle (Moränen) zusammen, und die in seine Sohle eingefrorenen Steine wirken unter der Last der oft hunderte von Fußen hohen Eismasse auf dem Boden sowohl wie an den Seitenwänden des Felsenbettes wie Meißel oder Hobel. Dadurch entstehen spiegelglatt geschliffene Platten oder parallele Schrammen, die sogenannten Gletscherschliffe, die mit den andern Erscheinungen unverkennbar das ehemalige Vorhandensein von Gletschern in jetzt davon freien Gegenden nachweisen. Dem Polirschlamm, oder den Hobelspähnen jener Schleif- und Hobelarbeit verdanken die Gletscherströme ihre je nach dem Gestein milchweiße, gelbliche, röthliche oder schwärzliche Farbe, und eben seiner Feinheit wegen führen sie ihn weithin in die Ebene; es ist der sogenannte Löß, welcher an den Ufern des Rhein, Inn und andrer Alpenströme theilweise eine solche Mächtigkeit erreicht, daß man

ihn als besondre Schicht, an deren Bildung auch Luft und Winde Antheil nahmen, aufführt. Der Salinendirektor Johann von Charpentier führte den Beweis einer ehemaligen, viel ausgedehnteren Vergletscherung der Schweiz seit 1834 durch genauere Untersuchung der Findlinge und Moränen weiter aus, und seitdem begann man von einer Gletscherzeit zu singen und zu sagen. Indem man nach dem Gestein der Felsen, von denen die schweizer Findlinge stammen, ihren Ausgangspunkt bestimmte, fand man in der That, daß ehemals fast das ganze Alpengebirge eine gewaltige Eismasse gewesen sein muß, aus der nur kahle Felsenhäupter herausragten. So z. B. ist der „Pierre des Marmettes" genannte Felsen (s. Tafel 4), ein mit einem Pavillon besetzter Granitblock bei Monthey im Unterwallis, trotz seines Inhaltes von über zweitausend Kubikmeter eilf Stunden weit aus dem Thale von Ferret durch Gletscher hertransportirt worden.

Noch ansehnlicher ist der Riesenstein bei Devent, und der Pflugstein oberhalb Herliberg bei Zürich, dessen Gewicht Heer auf neunzigtausend Centner schätzt und der weit über den Züricher See von den Glarner Alpen gekommen ist. Von dem dreizehn Meter hohen Block, Pierre-à-bot unweit Neuenburg hat man festgestellt, daß er aus der Gegend von Martigny zweiundzwanzig Wegstunden hergetragen und zuletzt noch über den Neuenburger See geschifft worden ist. O. Heer hat die Zeiten zu berechnen gesucht, welche jene Blöcke im Vergleiche zu jetzt beobachteten Gletscherblöcken zu ihrer Wanderung gebraucht haben könnten, und hat gefunden, daß der oben erwähnte Pflugstein etwa 600 Jahre, Pierre-à-bot gegen tausend Jahre gebraucht haben mögen, um an ihren jetzigen Ruheort zu gelangen.

Die Erscheinung, daß die schweizer Gletscher zuweilen noch heute, wie z. B. der Aletschgletscher, ihren Fuß in einen Alpensee setzen, in welchem dann in Folge der fortwährenden Vorschiebung des Gletscherfußes mit Steinblöcken bedeckte Eisberge abbrechen und wie im Polarmeer umherschwimmen, bis sie schmelzen und die Steine auf den Seegrund fallen lassen, führte die Geologen zu einer scheinbar einfacheren Erklärung der Vertheilung skandinavischer Irrblöcke über das nordeuropäische Tiefland, als man bis dahin gehabt hatte, indem man annahm, daß auch ganz Nordeuropa, ebenso wie die Schweiz, völlig vergletschert gewesen sein müßte. Da es aus anderweiten Spuren (Meermuscheln u. s. w.) feststeht, daß Nordeuropa im Beginne der Quartärzeit weiter als jetzt mit Wasser bedeckt war, so konnte man annehmen, daß mit mächtigen Blöcken versehene Eisberge, wie sie mitunter heute noch an den finnischen Gestaden landen, damals durch Winde und Strömungen bis zu den südlichen Ufern und Inseln dieses nordischen Meeres geführt wurden, wenn sie nicht bereits früher abgeschmolzen waren und ihre Last unterwegs fallen gelassen hatten. Diese von dem englischen Geologen Lyell zu einer besondern Theorie erhobene und nach dem englischen Worte für im Meere treibende Massen Drift-Theorie genannte Deutungsweise schien die meisten erratischen Er-

Erratiſcher Rieſenblock bei Monthey (Wallis).

scheinungen des nördlichen Europa genügend zu erklären, und wurde daher an Stelle der älteren Gletschertheorie, welche eine allgemeine Vergletscherung des nördlichen Europa im Beginne der Quartärzeit voraussetzte, ziemlich allgemein angenommen. Wie wir noch heute mit Schutt und großen Steinblöcken beladene gewaltige Eisberge in der Hudsonsbai und Davidstraße bis ungefähr zu demselben Breitengrade Nordamerikas treiben sehen, so fand man es sehr verständlich, daß solche schwedische Blöcke damals so häufig an den Abhängen der norddeutschen Gebirge gelandet worden sein könnten, sofern diese nämlich die Ufer jenes vorausgesetzten Nordmeeres oder Inseln desselben gebildet hätten, wie z. B. der nördliche und westliche Abhang des teutoburger Waldes, die Nordabhänge des Harzes, Erz- und Riesengebirges.

Allein die Untersuchungen jüngerer Geologen, namentlich des Schweden Torell und der deutschen Geologen Credner, Behrendt, Penck u. A. haben in neuerer Zeit zeigen können, daß sich in vielen Gegenden Norddeutschlands, z. B. bei Berlin, Leipzig und am Harze, die unverkennbarsten Spuren einer wirklichen Gletscherbedeckung des Bodens, in Abhobelungen, Schrammungen und Strudellöchern des anstehenden Gesteines zeigen und daß somit die Gletscherbedeckung eine Thatsache ist, der sich an bestimmten Oertlichkeiten und zu Ende der Periode Drifterscheinungen gesellt haben mögen. Da nun ähnliche Folge-Erscheinungen einer bedeutenden Ausdehnung der Eisbedeckung nicht nur in Norddeutschland und der Schweiz, sowie in andern europäischen Gebirgsländern, sondern auch in andern Erdtheilen, z. B. in Nordamerika und Asien nachgewiesen werden konnten, so ist das Auftreten einer sogenannten Eis- oder Gletscherzeit, welche die ganze nördliche Halbkugel betraf, in keiner Weise zu bezweifeln. Auch hat ihr Auftreten an sich nichts Wunderbares, denn im natürlichen Verlaufe der oben beschriebenen allmäligen Abkühlung der Pole und ihrer Nachbarländer mußte diese Erscheinung nothwendig eines Tages eintreten, und das Räthselhafte liegt vielmehr in dem Umstande, daß die Mitteltemperatur Nordeuropas sich seitdem wieder um mehrere Grade erhöht hat, daß die Gletscher in Folge dessen zurückgegangen sind, daß es mit einem Worte wieder wärmer geworden ist.

Erst dieser Umstand hat den Schein einer Unregelmäßigkeit auf die Eiszeit geworfen, der dann alsbald zur Aufstellung mehr oder weniger phantastischer Erklärungs-Versuche geführt hat. Die ausschweifendsten derselben gehen von der durch nichts gerechtfertigten Ansicht aus, daß die sogenannte Eiszeit keine tellurische, sondern eine kosmische Erscheinung sei, daß das Sonnen- und vielleicht unser gesammtes Sternsystem sich damals Jahrhunderte lang durch kältere Räume des Weltalls bewegt habe als vorher und nachher. Dieser Poisson'schen Hypothese nähert sich die Buys Ballot'sche, welche annimmt, daß die Sonne vielleicht zeitweise weniger Wärme ausgestrahlt habe, womit die Unregelmäßigkeit einfach von dem einen Weltkörper auf den andern übertragen wird. Eine zweite Reihe von Hypothesen geht davon aus, daß die

Eiszeit wenigstens eine tellurische, den gesammten Erdball betreffende Erscheinung gewesen sei, und man hat darauf aufmerksam gemacht, daß auch dem Aequator ganz bedeutend nähere Gebirge, wie z. B. der Libanon, dessen Cedern auf alten Gletschermoränen stehen, damals ihre Eisströme bis nahe an's Meer sendeten. Nach dem Vorgange Adhemars glaubte man in der regelmäßigen Bewegung der Pole um kleine Kreise, d. h. in der Erscheinung, welche das sogenannte Vorrücken der Nachtgleichen hervorbringt, die Ursache gefunden zu haben, welche in großen Zeiträumen jene Temperaturschwankungen hervorbringen sollte, von denen wir sprechen. In Folge dieser Bewegung der Erdachse erhält innerhalb eines Cyklus von ungefähr 21000 Jahren abwechselnd erst der eine und dann der andere Pol etwas mehr Licht und Wärme, der Sommer wird um eine Woche länger, der Winter um ebensoviel Zeit kürzer. Nach dieser Rechnung wäre das Jahr 1248 unserer Zeitrechnung dasjenige gewesen, in welchem der Nordpol am meisten, der Südpol am wenigsten Licht und Wärme empfing, und es wird zum Beweise der Richtigkeit dieser Theorie angeführt, daß damals Grönland eine grüne Insel genannt wurde und Weinbau in Gegenden bestand, wo er heute unmöglich ist. Zehntausend und fünfhundert Jahre vor diesem Zeitabschnitt würde das Verhältniß grade umgekehrt gewesen sein, damals müßte der Südpol der begünstigte Pol gewesen sein und wir im Norden hätten die Eiszeit gehabt. Gleichzeitig soll die einseitige Anhäufung des Eises an einem der Pole eine Verschiebung des Schwerpunktes der Erde, eine größere Ansammlung der Wasser und ein Untertauchen der Continente bedingen, wie wir es jetzt am Südpol sehen. Da diese Ursache periodisch in Wirkung tritt, so müßten also die Eiszeiten der Pole schon oft im Leben der Erde abgewechselt haben, und wirklich haben einige Geologen geglaubt, die Spuren von mindestens zwei Eiszeiten in der Schweiz nachweisen zu können. Die oben erwähnten Polaruntersuchungen sind diesen Annahmen aber nicht günstig.

Eine andre periodische Erkaltungs-Ursache, die in längeren Zwischenräumen wirksam wird, glaubt der englische Naturforscher Croll in einem regelmäßigen Wechsel der Erdbahn zu sehen, die sich zeitweise mehr der Ellipse und dann wieder dem Kreise nähert, und vor zweihunderttausend Jahren einen Gipfelpunkt erreichte, bei der die Erde im Nordpol-Sommer ungleich weiter von der Sonne entfernt war, als heute. Diese Hypothese hat für uns das Tröstliche, daß die Excentricität der Erdbahn gegenwärtig noch für zwanzigtausend Jahre im Abnehmen begriffen ist, und erst nach hundertundfünfzigtausend Jahren wieder einen jener Höhepunkte erreichen wird, von dem man eine Eiszeit der nördlichen Hemisphäre erwartet. Man hat geglaubt, die astronomischen Eiszeit-Erklärungen auch am Planeten Mars nachweisen zu können, der ähnliche polare Eisanhäufungen wie die Erde darbietet, und auf welchem jetzt der Adhemar'schen Theorie entsprechend, derjenige Pol, welcher nach seiner Achsenlage am meisten Sonnenlicht erhält,

auch im Winter weniger Eis zeigt als der andere. Noch weitere Abänderungen dieser Theorien, auf die wir nicht genauer eingehen können, haben in neuerer Zeit H. Schmick und A. Blytt aufgestellt.

Allein von andern Forschern wird der planetarische Charakter einer sogenannten Eiszeit überhaupt bestritten, und behauptet, daß es sich bei ihr nur um lokale Erscheinungen gehandelt habe, die durch eine etwas verschiedene Anordnung der Vertheilung von Festland und Wasser vollkommen erklärlich seien. In dieser Richtung hat Kämtz auf die ehemals größere Höhe der schneesammelnden Gebirge, Seebach auf den ehemaligen Mangel der Erwärmung Europa's durch den Golfstrom hingewiesen, der sich früher durch eine damals vorhandene Meerenge von Panama in den stillen Ocean ergossen haben soll. In der That würde eine der letztgenannten Ursachen vielleicht bereits hinreichen, um das ungeheure Wachsthum der Gletscher jener Zeit genügend zu erklären, denn man hat berechnet, daß nur etwa eine Erniedrigung der mittleren Jahrestemperatur um vier Grad dazu gehören würde, um unter übrigens ganz gleichen Verhältnissen die Schweiz so in Eis einzuhüllen, wie sie es ehemals gewesen ist. Aus den Beobachtungen der sehr ausgedehnten Gletscher von Neuseeland, die zwischen 40—45° südlicher Breite inmitten einer beinahe tropisch zu nennenden Vegetation erscheinen, hat man die Ueberzeugung gewonnen, daß ein sehr feuchtes Inselklima viel mehr als starke Kälte das Wachsthum der Gletscher begünstigt, und ein solches Klima mit kühlen Sommern und milden Wintern besaßen damals viel zahlreichere Theile Europas als heute. Andrerseits ist ein trocknes Continentalklima mit heißen Sommern und kalten Wintern, wie es Nordasien besitzt, heute wie ehemals der Bildung von Gletschern ungünstig gewesen, und in der That hat sich dorthin die vermeintliche allgemeine polare Eiskappe der Eiszeit anscheinend nicht weiter als heutzutage erstreckt. Die Erhebung der Meerenge von Panama zur Landenge, würde hinreichen, die Wiedererwärmung des nördlichen Europa durch den Golfstrom zu erklären, so daß man für die Eiszeit selbst kaum nach fernerliegenden Hypothesen zu suchen braucht, so verlockend dieselben auch theilweise erscheinen mögen.

Wenn aber auch über die Ursachen der Eiszeit noch die größten Meinungsverschiedenheiten bestehen, so ist doch ihr Auftreten selbst über jeden Zweifel erhaben, und wenn die geologischen Funde nicht schon deutlich genug sprächen, würden die Spuren der damaligen Lebewelt das Bild eines unwirthlichen Klima's unsrer Heimath vollendet haben. Von der Pflanzenwelt erhält man aus den gefundenen Ueberresten den Eindruck, als sei sie strahlenförmig von dem Nordpol in die drei ihn umringenden Erdtheile ausgewandert, denn rings um den Pol bietet sie noch heute einen gleichartigen Charakter, während die Flora der neuen Welt doch sonst von derjenigen der alten ziemlich verschieden ist. Man muß aber einen solchen arktischen Entstehungsmittelpunkt der Pflanzenwelt unserer nördlichen Halbkugel wahrscheinlich auch für die

Pflanzen der früheren Zeiten annehmen, denn noch in der spätern Tertiärzeit fanden sich in Europa Tulpenbäume, Ahorne, Nußbäume, Riesencedern, Storaxbäume und andere Holzgewächse, die denen, welche jetzt in Nord-Amerika wachsen, sehr nahe standen. In noch früheren Zeiten war die Gleichförmigkeit noch größer. Als aber die Eiskappe am Pole sich immer mehr erweiterte, wurden die wärmeliebenden und zärteren Holzgewächse immer weiter nach Süden gedrängt, und eine kältefrohe, arktische Flora, die sich beim Zurückziehen des Eises theilweis auf unsern Gebirgen erhalten hat, ersetzte dieselben. Auf skandinavischen Irrblöcken hat man die Moose ihrer Heimath bis auf unsere Tage gerettet gefunden. Aber bei jenem Vordringen des Eises und der Kälte sind viele tertiären Baum- und Pflanzengattungen, die wir mit Nord-Amerika und Ostasien gemein hatten, bei uns für immer vernichtet worden, während sie dort entweder das Eis nicht so bedrängt hat, oder ein Rückzug in den Süden ihnen offen stand, welchen bei uns die Gebirge verwehrten.

Mitten in dieser arktischen Flora Deutschlands und Frankreichs weideten damals an den in ihrer Ausdehnung veränderlichen, eisfreien Stellen Renthierheerden, Steinböcke und Moschusochsen, wo vordem Affen und andere Tropenbewohner in Palmendickichten gehaust hatten; nordische Bären und Vielfraße waren verbreitete Thiere und ausgestorbene Nashörner und Elephanten mit dickem wolligem Pelze, vervollständigten die Staffage des unwirthlichen Bildes. Und siehe da, unter ihnen sehen wir zuerst auch den in Felle gehüllten Menschen erscheinen, einen Wilden, der kläglich wie die Eskimo's heute, sein Dasein fristete. Damit sind wir am Zielpunkte unseres skizzenhaften Umrisses der Erdgeschichte angelangt. Langsam haben sich die Gletscher zurückgezogen, lange Jahrhunderte lag die Tiefebene als öde, von wilden Pferden, Springhasen und andern Nagern belebte Steppe da, bis der Wald von Süden wieder erobernd vordrang und sie mit einem zwar einförmigeren Kleide als früher, aber mit desto frischerem Grün neu bekleidete.

Wiederholt hat man, wie schon erwähnt, die Zeiträume zu bestimmen gesucht, welche sowohl seit dem Beginn der letzten Epoche, in der wir leben, verflossen sein mögen, als bis zu derselben, um dadurch eine Altersschätzung der Erde überhaupt anzubahnen. Auch die Quartärformation hat sich dazu nicht geeigneter erwiesen, als die frühren Absatzbildungen, denn je nachdem man von der einen oder der andern astronomischen Hypothese ausgeht oder diese ganz verwirft, gelangt man zu höchst verschiedenen Zeitschätzungen. Ebenso wenig hat sich die früher beliebte Rechnungsmethode, nach welcher sich der Meeresboden im Jahrhundert um zwei Zoll erhöhen sollte, wonach für die gesammten Absatzbildungen eine Unsumme von Jahrmillionen herausgerechnet wird, den Beifall ernsterer Forscher erwerben können. Denn jede Anwendung von Schlüssen aus heute gemachten Beobachtungen über das Wachsthum von Schlammschichten auf die Entstehungszeit älterer, die unter

ganz verschiedenen Umständen, bald schneller, bald langsamer geschehen konnten, erscheint als bloßer Hohn auf mathematische Begründungen. Nur soviel können wir als ausgemacht betrachten, daß das Alter der Erde ein ungeheures sein muß, und daß die Zeitspanne, während welcher der Mensch sie bewohnt, für den sie als Wohnplatz gebildet sein soll, unendlich geringfügig ist gegen diejenige, in welcher Niemand ihre „Zweckmäßigkeit" bewunderte.

Wie schon oben bemerkt wurde, ist auch die Eintheilung in Zeitalter, die durch überall verschieden starke, übereinanderlagernde Absatzbildungen begrenzt werden, nur um eine allgemein verständliche Bezeichnungsweise zu gewinnen, von dem Auftreten neuer Lebensformen und dem Verschwinden ganzer Klassen anderer abgeleitet worden. Man darf aber daraus keineswegs mit früheren Gesteins- und Thierkundigen schließen, daß mehrmals in der Welt eine vollkommene Vernichtung des Bestehenden und Neuschöpfungen stattgefunden hätten. Der Schein der Lückenhaftigkeit und vollkommenen Neuheit der Lebensformen einer überlagernden Schicht, welcher zu dieser irrthümlichen Auffassung geführt hat, entsteht vielmehr dadurch, daß das Wasser an keinem bekannten Orte der Welt ununterbrochen seine Schlammschichten abgesetzt hat. Ueberall folgten sich Hebungen und Senkungen und ehe die Welle zu einem ehedem verlassenen Orte wiederum zurückkehrte, hatte dessen Lebewelt sich größtentheils so umgewandelt oder war durch Einwanderungen so verändert worden, daß (allerdings mit Ausnahmen, die häufig genug vorkommen) die jüngeren Schichten auch meist verschiedene Formen enthalten. Wahrscheinlich trug auch der Umstand, daß jedesmal das durch Hebung hervorgetretene Tiefland zunächst einer energischen Auswaschung unterlag, sehr viel dazu bei, daß bei einem solchen Wasser- und Landwechsel die Reste von Mittelformen gänzlich vernichtet wurden.

Bei dieser Klassifikation der Schichten nach den von ihnen eingeschlossenen Versteinerungen ist vor Allem die unverkennbare Beschleunigung des Fortschrittes der Lebensformen, wie sie die abnehmende Dicke der jüngern Schichten anzeigt, von Interesse. Auch in der Natur scheint das Sprichwort zu gelten, daß der erste Schritt immer der schwerste sei. Wie der fallende Stein seine Geschwindigkeit stetig vermehrt, so scheint sich der Fortschritt des Lebens zunehmend beschleunigt zu haben. Heute bedeutet ein Jahrhundert für die Kultur mehr als vordem Jahrtausende, so währte die Herrschaft der niedern Thiere durch unendliche Zeiträume, während die höheren mit immer kürzeren Fristen sich begnügen mußten, an der Spitze der Schöpfung zu stehen, worauf in einer Zeitspanne der Mensch sich die ganze Natur unterwarf. Es ist wahr, dieses Gesetz des zunehmenden Fortschrittes hat seine zeitweisen Ausnahmen in der Vorwelt gehabt und findet sie ebenso noch heute. Wir dürfen nur an die Zeiten der Reaction im Völkerleben, die jedem allzu hastigen Fortschritte auf dem Fuße folgen, denken. Aber das sind glücklicherweise, wie Humboldt sagt, immer nur Einbiegungen der großen

Kurve des Fortschrittes und so betrübend es sein mag, grade während einer solchen Einbiegung zu leben, die Zukunft muß es einbringen. Die folgende Tabelle giebt das ungefähre Verhältniß der Dicken-Abnahme der aufeinanderfolgenden Schichten an, wobei die jüngsten Schichten, der Druckeinrichtung wegen, noch beträchtlich mehr Raum einnehmen, als sie, im Verhältniß zu den älteren, eigentlich dürften.

Uebersicht der Absatz-Bildungen

nach ihrer Reihenfolge und Mächtigkeit.

Weltalter.	Formationen oder Schichten.	Gebirgsarten.	Charakterpflanzen.	Thierherrschaften.
Quartär-Epoche.	Alluvium. Diluvium.	Angeschwemmtes Land.	Kulturgewächse.	Mensch.
Tertiär-Epoche.	Pliocäne Miocäne Eocäne	Molasse- oder Braunkohlen-Gebirge.	Blüthenpflanzen.	Säugethiere.
Sekundär-Epoche oder Mittelalter.	Kreide Jura Trias	Quadersandstein. Wealden. Oolith. Lias Keuper. Muschelkalk. Bunter Sandstein.	Ursamen-Pflanzen (Nadelhölzer und Palmenfarne).	Reptile.
Primär-Epoche oder Alterthum.	Dyas oder Permische Carbonische Devonische	Zechstein. Kupferschiefer. Rothtodtliegendes. Steinkohlen. Kohlenkalk. Alter rother Sandstein.	Farnartige Gewächse.	Fische und Amphibien.
Primordial-Epoche oder Urzeit der Erde.	Silurische Kambrische Laurentische	Grauwacke oder älteres Uebergangs-Gebirge. Schiefer-Gebirge. Gneis-Gebirge.	Meer-Tange.	Schädellose Thiere.

III.

Die Gestalten des Mineralreichs.

(Krystalle und Edelsteine.)

Nunmehr fordr' ich dich auf, mir zuzugestehen, daß Alles,
Was nur Empfindung hat, aus nicht empfindenden Stoffen
Sei zusammengesetzt. Nicht streitet dagegen Erfahrung,
Noch auch der Augenschein; ja beide führen vielmehr uns
Selbst dahinaus und lehren uns, wie ich behaupte,
Daß aus gefühllosem Stoff die fühlenden Wesen erzeugt sind.

Lucrez, Von der Natur der Dinge, II, v. 837 ff.

Wie groß auch der Fortschritt sein mag, den die Welt von ihrem Ursprunge bis zur Bildung eines meerumflossenen Planeten durchzumachen hatte, wie verschiedenartig auch die Wandlungen des Stoffes auf diesem ungeheuren Wege gewesen sein mögen, dem menschlichen Begreifen erscheint das Ergründete in der Regel sehr einfach und unbedeutend gegen die Frage nach dem Ursprunge des Lebens. Die Schwierigkeit entspringt aber hauptsächlich einem eingelebten Vorurtheil, welches die lebende Materie für eine von der „todten" durchgreifend verschiedene oder doch von besondern Kräften gleichsam besessene ausgab. Die Chemie hat dieses erstere Vorurtheil zerstört, indem sie zeigte, daß der lebende Körper keine andern Elementarstoffe enthält, als die, welche das gesammte Weltall zusammensetzen, die neuere Physik und Physiologie haben die zweite Hälfte dieser Voraussetzung als unhaltbar erwiesen, indem sie nachwiesen, daß die Aufstellung einer besondern, die andern Naturkräfte beherrschenden Lebenskraft, mit dem als allgemeingiltig anerkannten Gesetze der Einheit der Kraft unvereinbar ist. Seit Wöhler im Jahre 1828 gefunden, daß man eine Verbindung, deren Darstellung bis dahin nur dem thierischen Organismus möglich schien, auch im Schmelztiegel des Laboratoriums erzeugen kann, hat die Lebenskraft zu kränkeln angefangen, und ist, nachdem sich solche Angriffe auf ihre souveräne Machtvollkommenheit wiederholt haben, in dem Bewußtsein der modernen Forschung sanft und selig entschlafen. Die zum Theil sehr heftigen Kämpfe dieser Richtung wären der Neuzeit erspart geblieben, wenn man sich allgemein das Denkergebniß

Spinoza's zu eigen gemacht, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen todter und lebender Materie nicht besteht, weil alle Materie belebt ist. Es ist eine der Lebensäußerungen des Magnets, das Eisen anzuziehen, einer seiner elementaren, beständigen „Gedanken", und so ganz Unrecht hatte Thales also nicht, als er dem Magnete eine Seele zuschrieb. Wir können diese Seele niederster Stufe vernichten, wenn wir den Magnetstein in einer Schale zerreiben, grade als wenn wir einen Organismus in kleinste Stücke zerschneiden. Eine besondere Anordnung der kleinsten Theile hatte in dem Minerale eine nach außen wirkende Zugkraft erzeugt, welche verschwindet, wenn man diese Anordnung zerstört.

Der Mehrzahl chemischer Stoffe wohnt das Bestreben ein, unter Umständen, die eine ungehinderte Anordnung der Theile für längern Bestand begünstigen, individuelle Gestalten, sogenannte Krystallformen anzunehmen, strengste und in gewissen Grenzen gleichbleibende Verkörperungen mathematischer Formgesetze. Man beobachtet dabei das erstaunlichste Wechselverhältniß zwischen Form und Inhalt, was besonders bei einigen Doppelverbindungen zu Tage tritt, in denen chemisch gleichwerthige Bestandtheile einander in wechselnden Mengen ersetzen können, wobei, während der Grundplan der Gestalt derselbe bleibt, die Winkelgrößen der ebenen Begrenzungsflächen, genau der mehr oder minder großen Menge eines Bestandtheils der Verbindung entsprechend, um einige Grade zu- oder abnehmen, und sich bei gleichem Mischungsverhältniß gleich bleiben. Schon Empedokles hatte ausgesprochen, die Seele sei das Formbedingende und bilde den Körper, richtiger wäre es zu sagen, sie sei der innere Ausdruck einer bestimmten Wechselwirkung der Theile. Darum muß Allem eine Seele zugesprochen werden, dem eine individuelle Form zukömmt; Krystall, Pflanze und Thier sind in verschiedenen Abstufungen beseelte Wesen. Denn schon bei dem Krystalle bemerken wir die Aufsammlung bestimmter Kräfte, die in derselben Masse, so lange sie gestaltlos in Pulverform oder Auflösung bestand, nicht nachweisbar waren, die also von der Anordnung der Theile abhängig sind. Es fährt keine Seele von außen in den krystallisirenden Stoff, dessen ungeachtet bemimmt sich das neue Individuum in durchaus persönlicher Weise gegen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus, es bildet in bestimmten Richtungen Kraftgegensätze, Polaritäten aus, deren Wesen uns genau so dunkel ist, wie das der thierischen Seele. Das Krystallindividuum ergänzt, in die Mutterlauge gebracht, erlittene Verletzungen, wie der Eidechse der verlorene Schwanz wieder wächst; es regt die Bildung gleicher Individuen an, die sich sonst nicht gebildet haben würden, und geht mit denselben, also mit Außendingen, bestimmte Verhältnisse ein. Hier finden ganz auffallende Einwirkungen statt, die, obwohl sie den einfachst denkbaren Fall darstellen, uns schon räthselhaft bleiben, die uns aber allein den Schlüssel zum Verständniß zusammengesetzterer Erscheinungen derselben Gattung liefern können. Der Schwefel, bekanntlich ein Elementarstoff, vermag je nach

der Temperatur, bei welcher er aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, ganz verschiedene Gestalten anzunehmen, eine oktaëdrische und eine prismatische Form. Hängt man nun zwei dieser Krystalle an feinen Platindrähten in eine übersättigte Auflösung von Schwefel in Benzol hinein, so bilden sich in der Nähe des prismatischen Krystalles neue Prismen, in der Umgebung der oktaëdrischen Form aber ihres Gleichen, bis sich schließlich die beiden Krystallheere erreichen, worauf beim ersten Zusammenstoß die letztere Form ganz unterdrückt wird, ein Kampf um's Dasein unter den Krystallen.

Ueber das Vermögen der Krystallkräfte sich nach äußern Einwirkungen einzurichten, und hiernach in der äußern Gestalten-Ausprägung und Rückwirkung auf die Außenwelt zu variiren, kann uns nichts einen mehr belehrenden Aufschluß geben, als die Schneeflocke in ihrem wunderbaren Formenreichthum. Es giebt in der Natur kaum zum zweiten Male, und weder im Pflanzenreiche, noch in der Thierwelt eine so erschöpfende Variation einer einfachen Grundform, die immer auf dieselben Elemente zurückführbar, so viel Eleganz mit gleich viel gesetzmäßiger Starrheit verbände (Fig. 31). Hunderte dieser Gestalten, eine immer schöner als die andere, und jede in sich vollendet, sind von aufmerksamen Beobachtern abgebildet worden, unendlich mehr ruhen, wie der Beschauer dieser kaleidoskopischen Wunder zugeben wird, in der Möglichkeit. Und wenn wir nun bedenken, daß aller dieser Formenreichthum, der unsern Schönheitssinn befriedigt, eine Werdelust, die sich nie genug gethan, schon in dieser einfachsten aller Verbindungen ruhen, und nur in die Erscheinung gerufen werden, wenn die Kälte der in ihr schlummernden Gestaltungskraft zu Hilfe kommt, und so zu sagen ihre Gedanken festhält, so werden uns die wunderbaren morphologischen Fähigkeiten zusammengesetzterer Verbindungen, die sich unter günstigen Bedingungen entfalten können, begreiflicher werden. Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß Jeder, der die Bildung der Schneeflocken betrachtet hat, der Anschauung zuneigen muß, daß die organischen Körper keineswegs ganz jenes einheitlichen Zusammenwirkens innerer Kräfte ermangeln, welches das Entstehen, Ausgestalten, Wachsen und die Vermehrung des Individuums bedingt, der sogenannten Seele, die mit der Form vergeht. Diese Betrachtungen sind grundlegender Natur und von der höchsten Wichtigkeit für das Verständniß der Lebenserscheinungen, darum möchte ich über diesen Punkt ausführlicher sein. Denn nur wenn wir klar eingesehen haben, daß der individuellen Ausgestaltung schon in der anorganischen Natur ein innerlicher, nach außen zurückwirkender und von der Außenwelt beeinflußter Gesammteffekt entspricht, kann uns das Verständniß zusammengesetzterer Erscheinungen aufgehen. Wir werden dann begreifen, oder wenigstens ahnen, daß, wie es bereits Spinoza mit aller Klarheit aussprach, die Vervollkommnung jener innern Sammlung gleichen Schritt halten müsse mit der Vervollkommnung des Körpers und um

so mehr gesteigert werden könne, je mehr derselbe geschickt wird, die Einwirkungen der Außenwelt als Veränderungen seines Seins zu erfahren. Ich mache gleich hier darauf aufmerksam, es giebt nur die Wahl, hierin das Verständniß des von dem äußern unzertrennlichen Innenlebens zu suchen, oder sich später zur Annahme des Leibniz'schen Lehrsatzes von der prästabilirten Harmonie, welche das Gleichgewicht zwischen Seele und Körper künstlich herstellt, einer der scharfsinnigsten Narrheiten, die jemals ausgeheckt wurde, zu entschließen.

Fig. 31.
Schneesterne.

Es dürfte überhaupt geeignet sein, auch darauf den Blick zu richten, daß wir die Schöpferin des organischen Gestaltenreichthums, das Variations- und Anpassungs-Vermögen schon in der unorganischen Welt rastlos thätig finden. Vergleicht man die Schneesterne gemeinschaftlicher Entstehung miteinander, so findet man, daß sie alle einer und derselben, oder einigen wenigen nahestehenden Formen angehören, während die des nächsten Wintertages vielleicht ganz und gar abweichend gebauet sind. Daraus läßt sich schließen, daß jede dieser vergänglichen Gestalten, der genaue Ausdruck eines besonderen Mischungsverhältnisses von Feuchtigkeit, Bewegung, Druck, Temperatur, Belichtung, elektrischer Spannung und chemischer Zusammensetzung der Luft sein mag, wie es bei ihrer Bildung vorwaltete. Mit einer Vielseitigkeit der Ideen, um die sie ein Musterzeichner beneiden könnte, tritt so bereits das innere Vermögen der einfachsten und indifferentesten Verbindung, die wir kennen, den gestaltenden Einflüssen der Außenwelt entgegen

Nachdem man sich zu dem Zugeständniß gezwungen gesehen, daß Kräfte und Bestandtheile der organischen und unorganischen Körper völlig übereinstimmen, haben die Anhänger der spiritualistischen Richtung im lebenden Körper immer noch nach einer besondern zusammenhaltenden und die übrigen Thätigkeiten bestimmenden Kraft gesucht, nach deren Entfernung erst die Naturkräfte wieder in ihre gewöhnliche Machtvollkommenheit treten sollten. Man hat die Spuren dieser sich nicht mit dem innern Effekte deckenden „Lebenskraft" unter andern an optischen Eigenschaften nachzuweisen versucht, welche ausschließlich Stoffen eigen sein sollten, die durch den Lebensprozeß erzeugt werden. An zahlreichen Produkten des Thier- und Pflanzenreiches hatten die Physiker die Eigenschaft entdeckt, die Polarisationsebene des Lichtes im Kreise herumzudrehen. Nach gewissen, von

dem berühmten Physiker Biot zuerst ausgesprochenen und später besonders von dem Botaniker Nägeli ausgeführten Ideen sollte ausschließlich der Lebensprozeß im Stande sein, den kleinsten Theilen einer Verbindung diejenige Anordnung zu ertheilen, welche erforderlich ist, um die erwähnte optische Wirkung hervorzubringen. Wenn es also auch der chemischen Kunst gelungen wäre, eine Reihe von Stoffen, die vorübergehend im pflanzlichen oder thierischen Körper auftreten, darzustellen, so sollte dies doch nie mit einer solchen, das Wunder der Kreispolarisation darbietenden Substanz, wie Zucker, Dextrin, Gummi, den meisten ätherischen Oelen, Aepfelsäure, Weinsteinsäure u. s. w. geschehen können, die sich gleichsam als halb organisirt und vom Hauche des Lebens berührt erweisen. Aber vor einer Reihe von Jahren ist es dem Chemiker Jungfleisch gelungen, auch diesen letzten Hort der Lebenskraft zu zerstören, indem er die drehende Säure des Weines, deren Erzeugung nur der Rebe resp. andern Obstgehölzen möglich sein sollte, aus Bestandtheilen zusammensetzte, die nie mit lebenden Körpern in Berührung gewesen zu sein brauchten und nie von deren „Lebenskraft" irgend eine Beeinflussung erfahren hatten.

Es entspricht der Auffassung vom Werden, die wir hier vielleicht ohne Beifall ausführen, eine erste Individualisation des Weltstoffs und Sammlung dessen, was Spinoza die allgemeine Denkkraft der Substanz nannte, in einer Welt der Krystalle verkörpert zu sehen. Es war der erste Anlauf des vorher durchaus luftförmig oder flüssig aufgelösten Stoffes, Gestalt zu gewinnen, eine Vorstufe des Lebens, ein erstes Wachsen und Sichtrennen, welches wir in dieser Welt der Krystalle und Edelsteine, die der lebendigen Schöpfung vorausging, studiren können. Alle Bedingungen zu ihrer Bildung waren in einer Weise vorhanden, wie sie die Erdoberfläche später nie wieder darbieten konnte. Geschmolzene Massen von ungeheurer Gluth, die langsam erkalteten, heiße wässerige Mutterlaugen, in denen Niemand rührte und den Verdunstungsprozeß beschleunigte, das waren die günstigen Geburtsumstände dieser steinernen Schöpfung. Viele Edelsteine, in denen die Gluth ihrer Jugendzeit aufbewahrt scheint, und deren Entstehungs-Bedingungen ebensowohl aufgehört haben, wie die mancher vorweltlichen Thiere, ja zum Theil selbst den Chemikern räthselhaft erscheinen, gehören dieser frühesten Gestaltenwelt an. Andere bilden sich wohl noch heute in gleicher Weise und wachsen durch Jahrhunderte im Erdschooße fort. Der phantastische Sinn des Naturmenschen hat sich oft eine unterirdische Welt ausgemalt, in der eine Vegetation aus edlen Metallen und schimmerndem Gestein aufsprießt, eine Welt von größter Gediegenheit, wenn auch von korallenartiger Starrheit des Aufbaues. Alle Farben der Pfauenfeder schimmern in derselben, obwohl das Licht in ihre Klüfte nicht hindringt und sie selber mit Farben malen kann; die Metalle dienen hier als Farbstoffe und geben die feuerbeständigen Gluthfarben der Edelsteine. Wie die Eisblumen an unsern Fenstern zur Weihnachtszeit, so wächst das edle Metall

gleichsam aus einer Wurzel Stamm und Aeste bildend, sich rankend und reichliche Blätter treibend, zu einem mineralischen Baum empor, als schlummerte eine Ahnung, ein Werdetrieb in ihm, der ihn die Formen vorbilden ließe, die erst der organische Stoff erreichen kann. Aber auch in diesen Dendriten bestimmt ein gemeinsamer, durch das ganze Gewächs pulsirender Antrieb das Weiterwachsthum, sei es auch nur ein einfacher elektrischer Strom, der ein Krystall-

Fig. 32.
Dendriten auf solenhofer Schiefer. (Natürl. Größe.)

blättchen nöthigt, sich an das andre zu lehnen, wie im organischen Reiche Zelle an Zelle. In den Moosachaten und manchen Kalksteinen nehmen die Dendriten so frappant pflanzenartige Formen an, daß der Forscher zweimal hinsehen muß, um sich zu überzeugen, daß es nicht das Skelet eines organischen Wesens ist, was er vor sich sieht; so täuschend sind die Moosbäumchen, daß die florentiner Mosaik derartige Platten mit geringer künstlicher Nachhilfe in Landschaften verwandelt, deren schönster Schmuck eben diese zierlichen Baumgestalten sind (Fig. 32). Selbst das dichte Metall strebt, wenn es aus dem flüssigen Zustande in den festen übergeht, Krystallgruppen von oft zierlichster Anordnung zu bilden, so z. B. das Eisen, mag es im Schmelzofen oder als Meteorstein erkalten; aber oft, wie beim Zinnblech oder dem Meteorstein ist

eine Anätzung der Oberfläche nöthig, um das zierliche „Moiré" oder die Widtmannstätt'schen Kryſtallfiguren hervorzurufen (Fig. 33). Phantaſiereiche Naturforſcher haben auch in der neueſten Zeit derartige Kryſtallbildungen der Urgeſteine oder Meteorſteine für Reſte organiſcher Weſen angeſehen, ja die Meteorſteine als ganz und gar aus den Trümmern organiſcher Weſen zuſammengeſetzt erkennen wollen, allein weniger gläubige Naturforſcher haben den Gegenbeweis geliefert, daß derartige ſtrahlige und polygone Bildungen auch bei der künſtlichen Darſtellung der Mineralien, aus denen die Meteorſteine beſtehen, erhalten werden.

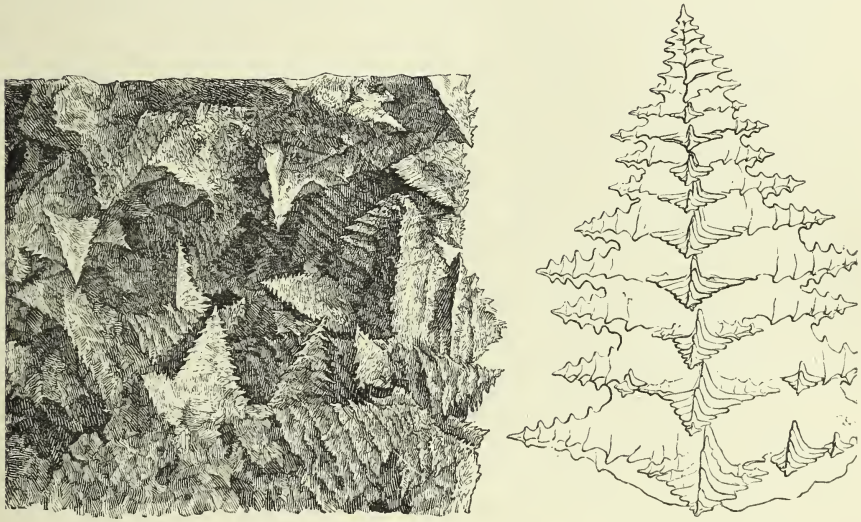


Fig. 33.
Kryſtalldruſe im gegoſſenen Eiſen, nebſt vergrößerter Einzelgruppe.

Jene ſchimmernde Vegetation der Gnomen und Zwerge haben die alten Chemiker wiederzuerwecken geſucht, kühne Phantaſten, die etwas von der Schöpferfreude nachzukoſten, für die größte Errungenſchaft hielten. In der Aſche einer Pflanze, meinten ſie, müſſe etwas von ihrer Geſtalt begraben liegen und der Wiedererweckung harren. Dieſe unter mancherlei Bedingungen hervorrufbare Neuſchöpfung nannte man die „Palingeneſie der Pflanzen". Mit Entzücken beobachteten die alten Laboranten, wie ſich aus der abgekühlten Aſchenlauge zierliche Blättchen und Blüthenſterne, ja ganze reichbelaubte Zweige — die Kryſtallgruppirungen der Aſchenſalze abſchieden. Es war eine liebenswürdige, naive Freude an der Allmächtigkeit des Naturwaltens, über die man nicht lachen ſollte. In hübſchen Experimenten, die ſich noch heute ſehen laſſen können, wußte man die Metalle aus ihren Auflöſungen in der Geſtalt prächtiger Bäume und Geſträuche, zum Theil mit gezackten Blättchen oder Nadeln

abzuscheiden: ein Tropfen Quecksilber ließ den Dianenbaum in der Silberlösung, ein Stückchen Zink den Saturnusbaum in der Bleizucker-Auflösung und ein Körnchen grüner Vitriol den Glauber'schen Eisenbaum in der Wasserglasflüssigkeit lustig emporsprossen. Mit athemloser Spannung saßen die alten Chemiker vor dem Glase, in welchem sich ein solches mysterium naturae oder miraculum artis vollzog, und beobachteten das allmälige Wachsthum der Metallvegetation mit inniger, kindlicher Theilnahme.

Damit noch nicht zufrieden, dachten sie mit Hilfe der spagyrischen Kunst sogar ein lebendes allwissendes Menschlein ohne Zuthun einer andern Mutter, als der Chemie, in einer Phiole zu Wege zu bringen, welche letztere, um die zur Erzeugung nothwendige gleichmäßige Wärme zu erhalten, in den Bauch eines Pferdes oder wenigstens in Pferdemist verborgen werden sollte. In dem Buche des Paracelsus über die Natur der Dinge findet man ausführlich auseinandergesetzt, wie das Unternehmen anzufangen sei, um es zu glücklichem Erfolge zu führen. Wenn das Geschöpfchen sich gebildet habe, höre man plötzlich einen feinen Schrei im Glase. Dann müsse es sorgsam mit Menschenblut gesäugt werden, bis es erstarke und dann die auf seine Erzeugung verwendete Sorgfalt reichlich belohnen könne durch immer bereiten Rath und allgemeines Wissen. Aber nur unter ausnahmsweise günstigen Aspekten, unter fortwährenden Anrufungen des Himmels und Gebeten, um den sakrilegischen Versuch, die Geheimnisse Gottes nachzuahmen, dadurch zu sühnen, könnten derartige große Werke gelingen.

Nach und nach sind die Chemiker in ihren Schöpferplänen bescheidener geworden. Die Gebilde der ersten Gestalten-Welt nachzuahmen, ist ihnen mit befriedigender Vollkommenheit gelungen, obwohl doch nicht alle Bürger derselben auf den Wink ihres Zauberstabes erstehen wollten. Viele Urmineralien, die auf den Feuerzustand der Erde zurückweisen, wie z. B. Feldspathe aller Arten, hat man in neuerer Zeit künstlich dargestellt, auch Edelsteine, wie den Rubin und Sapphir, die beide aus krystallisirter und durch Metalloxyde gefärbter Thonerde bestehen, haben Chemiker in ansehnlichen Krystallen erzeugt; der Lapis Lazuli, dessen Pulver die alten Maler mit Gold aufwiegen mußten, wenn sie das Gewand der Gottesmutter oder einer hoch verehrten Heiligen mit dem prächtigen Blau dieses Halbedelsteines schmücken wollten, wird heute als künstliches Ultramarin centnerweise aus unedlem Materiale gewonnen. Der kostbarste aller Steine aber, auf dessen Darstellung deshalb im Geheimen die meisten Mühen verschwendet worden sind, hat bis jetzt aller Versuche dieser Urwelts-Nachpfuschung gespottet. Schon Newton hatte die Vermuthung ausgesprochen, daß in diesem härtesten und farbenfunkelndsten aller Körper, dem Diamanten, ein brennbarer Stoff enthalten sein müsse, daß er kein eigentliches feuerbeständiges Mineral sei, wie die andern Steine. In Folge dieser Aeußerung veranlaßte Cosmus III. die Florenzer Akademie im Jahre 1694, den Unbezwinglichen (Adamas), wie ihn die Alten genannt, im Fokus eines

großen Brennſpiegels der Feuerprobe auszuſetzen, welche er nicht beſtand. Hier, wo Gold und Silber wie Wachs ſchmolzen, bekam der Stein alsbald Riſſe, erglühte unter Funkenſprühen und verſchwand. Es war ein fürſtlicher Verſuch, welchen Kaiſer Franz I. in Wien (1750) wiederholen ließ. Lavoiſier, der in der franzöſiſchen Revolution der Guillotine zum Opfer gefallene Schöpfer der neueren Chemie, erkannte, daß er ſich dabei in dieſelbe Luftart verwandelt, welche den Hauptbeſtandtheil des Rauches unſerer Kamine

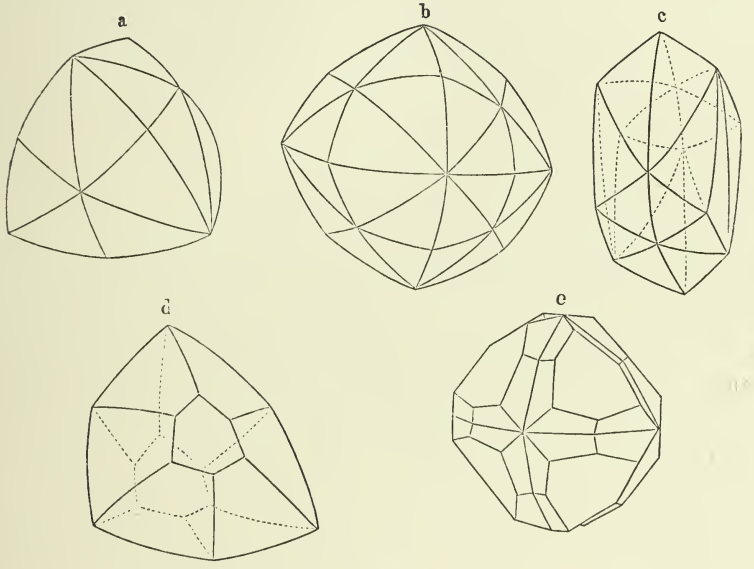


Fig. 34.
Rohe krummflächige Diamant-Kryſtalle.
a Hexakis-Tetraëder. b c Hexakis-Oktaëder. d e Ableitungsformen beider.

ausmacht, in Kohlenſäure. Der Diamant iſt ein Bruder des Graphites, aus dem unſere Bleiſtifte gemacht werden, und des ſchwarzen Rußes, der unſere Schornſteine erfüllt: nichts als kryſtalliſirter Kohlenſtoff.

Aber es giebt eine Eigenthümlichkeit an dieſem Fürſten des Edelſteinreiches, die ihn vor faſt allen ſeinen Unterthanen in nachdenklicher Weiſe auszeichnet; er iſt nicht wie andere Kryſtalle von ebenen, ſondern von gebogenen Flächen begrenzt. (Fig. 34.) Kein anderer Elementarſtoff bietet, ſoviel wir wiſſen, eine ähnliche Erſcheinung und der Kohlenſtoff kündete dadurch bereits im Urreiche an, daß er etwas Beſonderes ſei, andere Machtvollkommenheiten in ſich berge, als die Schaar der übrigen Elemente. Und dieſelbe Auserwähltheit ſpricht uns auch aus ſeiner unübertroffenen Härte, aus dem unvergleichlichen Lichtbrechungsvermögen entgegen. Man möchte glauben, daß

zahlreiche Kohlenstoffverbindungen dieses Vermögen, krummflächige Krystalle zu bilden, „geerbt" haben und daß diese sogenannten „Krystalloide" geradezu eine Uebergangsform vom Krystall zu der Zelle, dem Elemente der organischen Welt, vorstellen. Seit der bekannte Anatom Reichert im Jahre 1849 im Körper des Meerschweinchen Eiweißkrystalle gefunden hat, welche weich waren, die umgebende Flüssigkeit aufsaugen konnten, um sich dadurch aufzublähen, wie eine geschlossene Membrane, und also im Innern zu wachsen, während sich die Krystalle nur durch äußern Ansatz vergrößern, hat man dergleichen Krystalloide, wie sie Nägeli genannt hat, in den Zellen zahlreicher Pflanzen und Thiere aufgefunden. Es sind Krystallformen, die sich durchweg auf die starren, mathematisch bestimmten Gestalten der anorganischen Welt zurückführen lassen, aber krumme Flächen besitzen und sich gleichsam ernähren.

Solche Krystolloide, deren Bildung Hanstein auch außerhalb des lebenden Körpers beobachtet hat, fanden also bereits ihr Urbild in einer Zeit, in welcher man kaum wagt, nach Spuren organischen Lebens zu suchen. Und zwar ist dieses vorweltliche Krystalloid, der Diamant, welcher stets in einem wasserhaltigen Silikat, dem Xanthophyllit, eingewachsen vorkömmt, gewöhnlich ein Riese gegen diejenigen, deren Bildung wir heute beobachten, und meistens ohne Mikroskop nicht einmal wahrnehmen würden. Man hat aus dieser Form, sowie auch aus manchen andern Eigenschaften geschlossen, daß der Diamant nicht auf feuerflüssigem Wege entstanden sein könne, wie er selber nicht feuerbeständig ist, und sich in starker Hitze aufbläht und in Graphit verwandelt, sondern daß er vielmehr als weiches, langsam gewachsenes Krystalloid entstanden sein müsse. Schon Liebig sprach seine Meinung dahin aus, daß er wahrscheinlich das Zersetzungsprodukt einer ehemaligen organischen Bildung sein möge. Brewster hatte schon früher Luftbläschen und Flüssigkeitströpfchen in demselben gesehen, und Petzold wollte Ueberbleibsel organischer Zellbildung wahrgenommen haben. Auch Göppert nahm 1854 unter dem Mikroskope eine Art Netz oder Maschenbildung in dem kostbaren Steine wahr, welche, wenn nicht auf organische Zellen, doch auf ein System regelmäßiger Sprünge hinwies, wie sich solche nur in weichen, langsam trocknenden, organischen Massen (wie Gummi und Harze) bilden. Auch mancherlei äußere Eindrücke von Sand und spitzigen Steinchen, wie man sie an den äußern Flächen einzelner Diamanten beobachtet hat, scheinen für eine ursprünglich weiche Beschaffenheit des Krystalloids zu sprechen. Vor längern Jahren hat Göppert sogar Diamanten untersucht, welche traubenförmig gehäufte, grüne Kügelchen enthielten, die auf's Täuschendste den Zellen gewisser niederer Pflanzen (Algen) glichen, und war nicht abgeneigt, in ihnen wirkliche Reste eines Urorganismus pflanzlicher Natur zu erkennen, dem wir die Diamanten-Bildung verdanken sollten. Solche Einschlüsse vermindern außerordentlich den Werth des Edelsteins als Schmuckgegenstand, erhöhen dagegen seine Anziehungskraft für den Forscher. In der Tiefe des Weltmeers lebt noch heute ein Schwammthier,

welches ein krystallklares Borstenbündel aus reiner Kieselsäure (dem Bestandtheile der Bergkrystalle oder böhmischen Diamanten) abscheidet, der sogenannte Glasschwamm, dessen Erzeugniß den japanischen Damen als prächtiger Kopfschmuck dient. Andere niedere Urwesen erzeugten im Kreidemeer die ursprünglich gallertförmigen Absonderungen der Kieselklumpen, aus denen später der Urmensch seine ersten Waffen und Werkzeuge verfertigte. So mag ein Lebensproceß der frühesten Urwelt die kohlenstoffreiche Gallerte abgesondert haben, in welcher die Diamanten in einer unsern Chemikern kaum begreiflichen Weise entstanden sind. Alsdann wären die Diamanten ebenso wie die durch Hitze und Druck aus organischen Resten gesonderten Graphitlager und Kalkeinschlüsse der Urschiefer vielleicht die ältesten Zeugen des Erdenlebens, und wir hätten ein doppeltes Recht, dasselbe bis in's Reich der Edelsteine und Krystalle rückwärts zu verfolgen.

Aber wenn auch alle diese Forschungsergebnisse trügerisch sein sollten, in seinen krummen Flächen verkündet uns der Diamant ein Heraustreten aus der starren Gebundenheit der andern Elemente, eine uralte Bekräftigung dessen, was die Chemie auf anderem Wege gewonnen hat. Denn diese erwies, daß es eine unumgängliche Voraussetzung des Lebens giebt, die Gegenwart des Kohlenstoffs in jedem Leben äußernden Körper. Der Kohlenstoff allein scheint im Stande zu sein, die elementaren Grundkräfte der Materie so weit zu steigern, daß sie, wie zuerst im Krystalloide, zu höheren Lebensthätigkeiten übergehen können. Dieser unumgängliche Gehalt der organischen Körper an Kohlenstoff bildet daher einen fundamentalen Unterschied zwischen ihnen und den Mineralgestalten, und wenn wir den Glauben an ein geheimes Lebensprincip festhalten wollen, so dürfen wir dasselbe fortan nur in den besonderen Molecularkräften des Kohlenstoffs suchen.

Dieser Elementarstoff tritt zwar ebensowohl auch in den Atomen-Verband unorganischer Körper ein, zu denen wir z. B. die kohlensauren Salze rechnen müssen. Allein hier ist er als ein ersetzbares, nebensächliches Glied vorhanden, während er in den eigentlichen organischen Verbindungen das Centrum, gleichsam das chemische Skelet bildet, an welches sich die andern Elementarstoffe körperbildend anlegen. Es sind insbesondere vier Elemente, welche, wie der Dichter sagt, „innig gesellt" das Leben bilden, nämlich außer dem Kohlenstoff noch Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die man deshalb auch als „Organogene" unterscheidet. Allein andere Elemente, namentlich Schwefel und Phosphor, gesellen sich ihnen zu, und selbst einige Metalle, wie Eisen, Calcium, Natrium treten in innige Beziehungen zu denselben. Aber jeder einzelne von ihnen kann aus dem Verbande fortbleiben, ohne daß der Rest den Charakter einer chemischen Verbindung verlieren würde, nur der Kohlenstoff fehlt, so viel wir wissen, in den Milliarden von Verschlingungen, aus denen sich die Mannigfaltigkeit der organischen Welt aufbaut, niemals. Man bezeichnet deshalb die organische Chemie schlechthin als die Lehre von den

Verbindungen des Kohlenstoffes, als des organischen Elementes par excellence, und in den Bildformeln, durch welche die moderne Wissenschaft die „Struktur" der organischen Verbindungen zu veranschaulichen sucht, stellt sie den Kohlenstoff in die Mitte des Schemas, um zu zeigen, wie sich die andern Bausteine um ihn herumlagern und den Körper aufbauen.

Zu einer solchen, man möchte sagen, Leib und Seele zusammenhaltenden Mittler-Rolle befähigt den im isolirten Zustande anscheinend wenig verbindungslustigen Kohlenstoff, ein einzig dastehendes Vermögen, die zusammengesetztesten Verbindungen zu Stande zu bringen. Man hat bekanntlich seit langer Zeit festgestellt, daß sich die chemischen Elemente nur nach bestimmten Gewichts-Verhältnissen (den sogenannten Atomen-Gewichten) mit einander verbinden. Das Wort der Bibel, daß die gesammte Welt nach Zahl, Maß und Gewicht geordnet sei, hat den tiefsinnigen deutschen Chemiker Richter zur Entdeckung dieser Gesetzmäßigkeit geführt. Man hatte nun ferner bemerkt, daß einige gasförmige Elemente, wie der Wasserstoff, dessen Atomengewicht man wegen seiner Leichtigkeit als Einheit für diese Verhältnißzahlen gewählt, ferner das Chlor u. a. sich stets als gleiche, einfache Volumina (Maßtheile), worin man aus theoretischen Gründen eine gleiche Atomen-Zahl annimmt, mit einander verbinden, während andere Elemente ein, zwei, drei, vier oder mehr Gas-Volumina zur Befriedigung ihrer Verbindungskraft gebrauchen. Man nennt sie hiernach ein-, zwei-, drei-, vier- u. s. w. werthige Elemente und merkwürdiger Weise gehören die vier Grundstoffe des Lebens den vier ersten Klassen an. So erfordert ein Volumen Wasserstoff auch nur ein Volumen des gleichwerthigen Chlorgases um Salzsäure, ein Volumen Sauerstoffgas dagegen zwei Volumina Wasserstoff um Wasser, ein Volumen Stickstoffgas aber drei Volumina Wasserstoff um Ammoniak und ein (hypothetisches) Volumen Kohlenstoffgas vier Volumina Wasserstoff, um den Hauptbestandtheil des Leuchtgases zu bilden. Wir sehen, daß der Kohlenstoff unter den vier Grundsäulen des organischen Lebens der am schwersten zu befriedigende Stoff ist, denn er braucht vier einwerthige, oder zwei zweiwerthige, oder ein zweiwerthiges und zwei einwerthige, oder ein dreiwerthiges und ein einwerthiges, oder endlich ein vierwerthiges Atom anderer Stoffe zur Befriedigung seiner chemischen Bedürfnisse. Aber das will noch wenig sagen, die Kohlenstoff-Atome, welche den Kern der organischen Verbindungen bilden, scheinen sich untereinander zu verketten, um auf diese Weise in jede beliebige Combination mit andern Elementen, besonders der drei erst genannten zu treten. Kein anderes chemisches Element kommt dem Kohlenstoff in dieser Fähigkeit, welche die Möglichkeit von Milliarden verschiedener Verbindungen in sich schließt, gleich, und wir müssen erkennen, daß in dieser seiner besondern Eigenschaft die Möglichkeit einer organischen Schöpfung vorzugsweise schlummerte. Ein moderner Chemiker, welcher die Geschichte der Schöpfung in seine geliebte chemische Zeichensprache übersetzen wollte, dürfte nicht wie Faust beginnen:

Im Anfang war das Wort, oder der Sinn, oder die Kraft — „er kann die Kraft allein so hoch unmöglich schätzen" — und mit einem Male Licht erblickend, würde er ausrufen: Im Anfang war der Kohlenstoff mit seinen merkwürdigen inneren Kräften. Nur wo Kohlenstoff in einer geeigneten Form und hinreichenden Menge auf einem Weltkörper vorhanden war, konnte ein organisches Leben, wie wir es kennen, beginnen, denn er stellt den Krystallisationspunkt dieses Lebens dar. Die Atmosphäre und Wasserhülle der jungfräulichen, feuergebornen Erde enthielten unvergleichlich größere Mengen dieses Stoffes als heute Luft und Wasser und zwar ohne Zweifel in Gestalt von Kohlensäure, die noch heute den Ausgangsstoff alles Pflanzenwachsthums bildet, während das höhere Thierleben in einem Uebermaße desselben nicht bestehen kann.

Wie aber der Kohlenstoff das Band darstellt, welches die Stoffe des Lebens zusammenhält, so bleibt er beim Zerfallen derselben, dem Zerstörer Schiwa gegenüber, dessen Rolle in der organischen Welt der Sauerstoff übernommen hat, der letzte auf dem Platze. Mögen die Theile und Erzeugnisse der organischen Welt langsam verwesen oder schnell verbrennen, mögen Wasserstoff und Stickstoff sammt dem Sauerstoff und einem Theil des Kohlenstoffs als übler Geruch oder als leuchtende Flamme von dem Leichname emporgestiegen sein, ganz zuletzt bleibt ein Rest aus mehr oder weniger gereinigtem Kohlenstoff, welcher zuletzt verbrennt oder auch übrig bleibt, wenn die Sauerstoffzufuhr ungenügend war. Wie uns der Kohlenstoff in der Natur zunächst nur als Rest einer Verwesung oder Verbrennung organischer Körper entgegentritt, so haben wir vielleicht neben den Kohlenlagern der Vorwelt auch die Diamanten und den Graphit der ältesten geschichteten Steinlager als Zeugen einer ältesten organischen Schöpfung, deren Formen gänzlich verloren gegangen sind, zu betrachten. In den meisten solcher Lebensreste, z. B. in der Steinkohle und dem Petroleum, finden wir dem Kohlenstoff noch Wasserstoff zugesellt, als das ihm schon im Leben innigst verbundene Element, welches man das Metall des Lebens nennen könnte. Doch nicht die Fähigkeit complicirte Verbindungen mit andern Elementen zu bilden allein, sondern noch mehr die Neigung dieser Verbindungen, sich mannigfach zu verwandeln, die Unbeständigkeit der Kohlenstoffverbindungen, eignet sie in unvergleichlicher Weise zur Hervorbringung unerhörter innerer Wechselwirkungen. Die heutigen Biologen neigen in der That am meisten dazu, den Lebensprozeß gleich dem Feuer für einen chemischen Vorgang anzusehen, und seine Unterhaltung durch die große Zersetzbarkeit des Eiweißstoffes, der den Mittelpunkt der Lebensvorgänge darstellt, zu begründen. Löw und Bokorny haben in diesem Sinne besonders auf die große Beweglichkeit und Spannkraft der im lebenden Eiweiß enthaltenen Aldehydgruppe hingewiesen, und gezeigt, daß man in einer alkalischen Silberlösung ein chemisches Reagens des Lebens besitzt, durch welches lebende Eiweißstoffe, durch ihr freies Aldehyd, sich sofort

von abgestorbenem Eiweiß, bei welchem eine Verschiebung dieser Molekulargruppe stattgefunden hat, unterscheiden läßt.

Um diesen chemischen Thätigkeiten im lebendigen Körper eine leichte Aufeinanderwirkung zu ermöglichen, bedarf es aber eines indifferenten Zwischenstoffes und Lösungsmittels, welches den Uebergang der Formen erleichtert, ein Vehikel des Lebens, das Wasser. Diese Mutterverbindung, deren Gestaltenreichthum wir in den Schneeflocken bewunderten, tritt auch als Formbestandtheil in das Individuum der Krystallwelt ein, allein hier als ein durch chemische Anziehung fest gebundenes, die Starrheit der Form nicht lösendes Glied. In die organische Gestalt dagegen wird ein Ueberfluß an Wasser aufgenommen, damit die Kohlenstoffverbindungen in demselben gleichsam schwimmen können und dadurch diejenige Beweglichkeit erhalten, welche der Umsetzung der Bestandtheile, dem Stoffwechsel, am günstigsten ist. Es wird dadurch ein ungleichmäßiger, zwischen dem festen und flüssigen in der Mitte stehender Zustand gebildet, den man auch als die festflüssige oder weiche Körperform unterschieden hat. Jedes lebendige Wesen, sei es Pflanze oder Thier, besteht seinem größeren Theile nach aus dieser Flüssigkeit, welche in der unabsehbaren Schaar derselben, auch nicht ein einziges Mal durch ein anderes Zwischenmittel ersetzt werden konnte. Es giebt Gallertthiere und Gallertpflanzen, die kaum einige Procent fester Substanz in ihren durchscheinenden Organen aufweisen können, von denen aber doch die ersteren bedeutender Kraftentwicklung fähig sein können. So ist denn auch in den mythischen Grundanschauungen aller Völker das Wasser, der Ozean, die Gebärerin alles Seienden, aus dem, wie Thales von Milet lehrte, alle Dinge ihren Ursprung gezogen hätten. Es ist, als ob sich die ewigen Ideen, von denen Plato im Timäus spricht, in der lebenvermittelnden Flüssigkeit auflöseten, um als Schöpfung in die Wirklichkeit zu treten, wie denn Plinius das Meer vom Sternenhimmel, dessen Bilder aus ihm wiederscheinen, besamen läßt. Dennoch bleibt es nur das formvermittelnde Element, und die Nachtmutter der Alten, in welcher alles Leben schlummert und träumt, ist für uns die Kohlensäure der Urwelt. In der Phantasie der Völker tritt dem Wasser gleichsam polarisch, das dem organischen Leben feindliche, zerstörende Prinzip des Feuers entgegen, von welchem mithin die Zerstörung der Welt erwartet wird.

Eine vom Wasser vollkommen durchdrungene Kohlenstoffverbindung würde also im einfachsten Falle einen lebenden Körper darstellen. Wir können die Unterschiede desselben von dem kohlenstofffreien Individuum am besten begreifen, wenn wir das Krystalloid mit dem Krystall vergleichen. Beide können die gleiche Grundform zeigen, und dennoch werden wir bei genauerer Betrachtung die erheblichsten Unterschiede finden. Im Krystall sind die kleinsten Theilchen wieder dem Ganzen gleiche Formelemente, die in starrer Unverrückbarkeit eine durchaus gleichmäßige Anordnung besitzen, wodurch, wie in einem

Haufen aus Ziegelsteinen, eine Spaltbarkeit in bestimmten Richtungen vorgezeichnet wird. Beim Krystalloid sind die Theilchen der nicht festen, sondern festflüssigen Masse verschiebbar, und die Gestalt besitzt deshalb nicht die Unveränderlichkeit des Krystalls; sie kann sich nach äußeren Einflüssen verändern. Eine Haut dicht verbundener Theile schützt den Inhalt, aber diese Haut ist nicht undurchdringbar für die Flüssigkeit, in welcher sich das Krystalloid gebildet hat. Letzteres kann Theile derselben aufnehmen und vermöge des halbflüssigen Zustandes in sich vertheilen, es wächst dadurch und wölbt die Flächen, welche beim Krystall immer eben bleiben, empor, oder erscheint eingefallen, wenn es durch Verdunstung Feuchtigkeit verloren hat. Man könnte demnach von hohlwangigen und pausbäckigen Krystalloiden sprechen. Das Krystalloid wächst durch Aufnahme fremder Substanz in sein Inneres, der Krystall nur durch Ansatz an die Oberfläche. Obwohl auch beim Krystall, wie wir an der Schneeflocke gesehen haben, der innere Bildungstrieb durch äußere Einflüsse in bestimmte Bahnen gelenkt werden kann, geschieht dieses doch nur insofern, als diese Einflüsse im Bildungsaugenblicke wirksam sind, beim Krystalloid ist vermöge seiner Aufnahmsfähigkeit auch eine nachträgliche Einwirkung der äußern Verhältnisse denkbar. Das ist der wesentlichste und folgenreichste Unterschied zwischen den Gestalten der anorganischen und der Kohlenstoffwelt, denn ganz wie das Krystalloid verhält sich das Grundelement der organischen Welt, die Zelle, welche so lange sie kernlos ist, gradezu als ein Polyeder-Krystalloid, mit unendlich vielen Flächen betrachtet werden kann. Die Seele des Krystalls ist eine starre, diejenige der Zelle aber eine bildsame, und darauf gründet sich die Idee der Entwickelung, welche die moderne Weltanschauung belebt.

Wenn die ältere Chemie kühn und vertrauend an die Pflanzen- und Homunkulus-Fabrikation ging, so hat sich die neuere Wissenschaft nicht sowohl aus Bescheidenheit, als in Anerkennung des Entwickelungsgesetzes die Frage vorgelegt, ob nicht künstlich erzeugte Kohlenstoff-Verbindungen durch gewisse Veranstaltungen dazu gebracht werden könnten, freiwillig Formen anzunehmen, wie der Krystall in der Mutterlauge. Man nennt die neue Wissenschaft die synthetische Morphologie und verschiedene moderne Naturforscher, wie Hanstein in Bonn, Traube in Breslau, Hartig in Utrecht, haben es dabei sowohl zur Erzeugung künstlicher Krystalloide, wie zu einer künstlichen Zelle gebracht, resp. gezeigt, daß die Vorgänge ursprünglicher Zellenbildung und Theilung auf rein mechanische Gesetze zurückführbar sind. Traube brachte es sogar zu einem Wachsthum seiner künstlichen, aus Leim und Gerbstoff gebildeten Zellen, in Folge der Einsaugung des Ernährungsstoffes durch die poröse Wandung, ganz wie bei der lebenden Zelle.

Hier, wo es uns nur darauf ankam, zu zeigen, daß die lebendige Welt dem Wesen nach nicht verschieden ist, von der für todt gehaltenen, daß der Kohlenstoff, der heute verbrannt, morgen von einer Gemüsepflanze auf-

genommen, übermorgen im Blute des Menschen Gedanken bilden hilft, schon vorher diese Kraft im schlummernden Zustande, als „allgemeine Denkkraft der Materie", wie Spinoza es bezeichnete, besitzen mußte, möge zum Schlusse dieser Betrachtung noch eine Träumerei Platz finden. Leibniz, das Schöpfungsproblem wie eine mathematische Frage erwägend, glaubte gefunden zu haben, daß Gott von den möglichen Welten die beste verwirklicht habe, in der das Böse auf das geringste Maß zurückgeführt sei. Wie stellt sich die Chemie zu dieser Voraussetzung, daß es mehrere grundverschiedene Schöpfungen geben könne? Wir haben oben gesagt, daß alle organischen Verbindungen als Hauptbestandtheil Kohlenstoff enthalten, und daß dieser nie fehlende Bestandtheil ihre Angehörigkeit zum Reiche des Lebens bedinge.

Ein wichtiges chemisches Gesetz lehrt nun aber, daß die meisten Grundstoffe der Verbindungen durch andre von gleicher Werthigkeit ersetzt werden können, ohne daß der Charakter der Verbindung dadurch im Wesentlichen verändert wird. Kalium, Natrium, Calcium, Silber u. s. w. können genau an die Stelle des Wasserstoffmetalles in eine Verbindung eintreten, weil alle gleißmäßig einwerthig sind, ebenso der zweiwerthige Schwefel an die Stelle eines Atomes Sauerstoffes, und der dreiwerthige Phosphor an diejenige des gleichwerthen Stickstoffes, ohne daß die allgemeinen Eigenschaften der Verbindungen, in denen diese Ersatzwahlen vor sich gehen, dadurch verändert würden. Fragen wir nun weiter, ob, da alle übrigen Elemente ersetzbar scheinen, nicht auch der Kohlenstoff der organischen Körper durch andere Elemente ersetzt werden könnte, so bietet sich unter den übrigen vierwerthigen Elementen allerdings noch ein Stoff, dem man die nöthigen Fähigkeiten zutrauen könnte, nämlich der allverbreitete Kieselstoff, wie ich dieses Element statt Silicium hier nennen will. Man hat diesen Körper in der That als Ersatzmann des Kohlenstoffes in verschiedene Verbindungen, die in organischen Wesen vorkommen, oder aus ihnen dargestellt werden, eingeführt, man hat eine Kiesel-Ameisensäure, die keinen Kohlenstoff enthält, verschiedene Kiesel-Alkohole, Kiesel-Chloroform u. s. w. dargestellt. Es scheint sich also hier eine Aussicht und Gelegenheit zu eröffnen, den Kohlenstoff von seiner bisher behaupteten Alleinherrschaft im Reiche des Lebens abzusetzen, die Möglichkeit einer zweiten organischen Welt, einer Kieselschöpfung. Allein diese, so möglich sie auch selbst dem ernsten Chemiker erscheinen möchte, liegt unerweckt und unerschaffen, schlafend in den Kräften der Materie, und wir sehen hier wieder einmal das uns in der Natur so häufig entgegentretende Prinzip der Sparsamkeit walten, welche statt zweier möglichen Schöpfungen sich mit der Verwirklichung einer einzigen, der Kohlenstoffwelt begnügt hat.

Der Kieselstoff gehört bekanntlich zu den allverbreitetsten Stoffen unseres Weltkörpers; er kommt aber, wie es wahrscheinlich vor dem Beginne des Lebens auch mit dem Kohlenstoff der Fall war, immer nur in der einen Form, seiner Verbindung mit Sauerstoff (Kieselsäure) vor. Dieselbe bildet im reinsten

Zustande die größten Bürger der Krystallwelt, die oft centnerschweren Bergkrystalle (Fig. 35), welche in wunderbar anzuschauenden Krystallkellern schaarenweis gefunden werden, tritt außerdem aber in vielen Mineralien als Hauptbestandtheil auf, von dem edlen Topas und Amethyst herab zum Achat und Chalcedon, bis zum gemeinen Quarz, Sandstein und der Thonerde. Die Kieselsäure ist, wie man seit nicht gar zu langer Zeit weiß, der Kohlensäure unserer moussirenden Getränke gleich zusammengesetzt, das vierwerthige Kieselstoffatom ist darin mit zwei Atomen des zweiwerthigen Sauerstoffs verbunden. Kohlensäure und Kieselsäure sind gemeinschaftlich in den meisten Quellwässern vorhanden, und zwar herrscht in den kalten Quellen die erstere, in den heißen vulkanischen Quellen, z. B. auf Island, die letztere vor; sie ertheilt den kleinen Wasserbecken Islands die schönste himmelblaue Farbe. Pflanzen und Thiere nehmen die Kieselsäure aus dem feuchten Boden auf, wie die Kohlensäure, aber die Zellenthätigkeit ist nicht im Stande, die erstere zu zersetzen und den Kieselstoff, wie den Kohlenstoff zum Weiterbau ihres Leibes und ihrer Organe zu verwenden; sie scheiden sie vielmehr aus ihren Säften beinahe unverändert in krystallinischer Form ab, um ihren Körpern dadurch Straffheit und Festigkeit zu verleihen oder Panzer gegen die Feinde des Lebens daraus zu bilden. Die Grashalme ganz besonders verdanken dem Reichthum ihres Gewebes an dazwischen gelagerter Kieselsäure die grade Haltung ihrer Aehren, und ein thurmhohes Gras der Tropen, das bekannte Bambusrohr, entführt dem Boden soviel Kieselsäure, daß es in seinen Höhlungen nußgroße Concretionen derselben, den von asiatischen Aerzten für heilkräftig angesehenen Tabaschir, abscheidet. Die Schafthalm-Arten unserer Wiesen und Wälder verdanken dem reichlichen Kieselgehalt ihrer Stengel die Fähigkeit, zum Abschleifen des Holzes und zum Poliren der Zinnkessel zu dienen, ja, manche Polir- und Putzpulver, sowie auch der feine Sand, auf welchem Berlin erbaut ist, bestehen größtentheils aus den Kieselpanzern vorweltlicher mikroskopischer Pflanzen und Thiere. Man sieht, die Kieselsäure bildet einen nicht unwichtigen Bestandtheil der Kohlenstoff-Lebewelt, namentlich der niedern, allein Thiere und Pflanzen können sie nur in der einzigen Form verwerthen, in der sie ihnen vom Boden geboten wird, weil sie nicht im Stande sind, dieselbe durch den Lebensprozeß

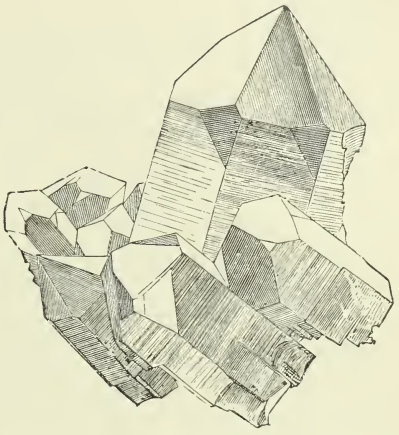


Fig. 35.
Bergkrystall.

zu zersetzen und den Kieselstoff in andre Formen überzuführen, in denen er vielleicht ein ebenso brauchbares Baumaterial hergeben könnte, wie der Kohlenstoff. Denn so gut wie man Alkohol, Ameisensäure, Chloroform, Cyan und andre Verbindungen dargestellt hat, die an Stelle des Kohlenstoffs eine entsprechende Menge Kieselstoff enthalten, ebenso gut läßt sich auch eine Kiesel-Cellulose, Fleisch, Blut, Fett, Eiweiß und Nervensubstanz aus Kieselverbindung denken.

Wenn man die Fähigkeit gewisser Kohlenstoffverbindungen, die Polarisationsebene des Lichtes im Kreise herumzudrehen, als ein Privilegium oder wenigstens als Kriterium des lebensfähigen Stoffes bezeichnet hat, so zeigt der Kieselpanzer gewisser Protisten dieselbe Fähigkeit, aber sie ist bereits im Bergkrystall sichtbar, dem man nach jener nun freilich aufgegebenen Theorie einen organischen Ursprung zuschreiben müßte. Merkwürdig aber bleibt es immerhin, daß sich auch gegen den Lichtstrahl, der die geheimsten Molecular-Eigenthümlichkeiten der Stoffe zu Tage bringt, Kohlen- und Kieselstoff-Verbindungen ähnlich verhalten. Möglich, daß dem Kieselstoff, der in seinen Verbindungen ferner eine große Neigung zeigt, den festflüssigen oder gallertartigen Zustand anzunehmen, gewisse Eigenschaften mangeln, die zur Entfaltung des Lebens erforderlich sind, möglich aber auch, daß nur die gegebenen Verhältnisse unseres Planeten ungeeignet waren, die Entwickelung einer Kiesel-Lebewelt zu fördern. Anzunehmen, alle Lebewelten der verschiedenen Sonnen müßten beschaffen sein wie die unsrige, das wäre doch am Ende ebenso einseitig, als wenn wir glauben wollten, die letztere sei nur unsertwegen erschaffen worden. Und darum scheint es mir keine unnütze Träumerei, vom chemischen Standpunkte daran zu erinnern, daß selbst unserm auf die Erfahrung beschränkten Geiste sich die Möglichkeit einer zweiten, gewiß ganz verschiedenen Lebewelt eröffnet. Vielleicht bietet sich der Kieselstoff auf einem andern Weltkörper unter Bedingungen, welche die Zersetzung und Verarbeitung der Kieselsäure ermöglichen. Warum sollte nicht irgendwo ein Kieselgeschlecht mit härteren Nerven zu denken sein, welches vielleicht höhere Temperaturen mit der dem Salamander angedichteten Fähigkeit ertrüge? So ausschweifend eine solche Voraussetzung scheinen mag, wird man doch zugeben müssen, daß sie den Boden des logisch Vorstellbaren viel weniger verläßt, als manche physikalische oder philosophische Hypothese. Weshalb denn sollte die allmächtige Naturkraft nicht vermögend sein, Verbindungen zu Stande zu bringen, welche die chemische Kunst in's Dasein gerufen hat, sie, die alltäglich solche Kohlenstoff-Verbindungen zum Leben weckt, die bisher keine Kunst im Stande war, nachzuahmen. Ein chemischer Traum, geneigter Leser, nichts weiter!

IV.

Das Reich der Protisten oder Urwesen.

Zuerst gebar das küstenlose Meer
Der niedern Wesen unermeßlich Heer.
In Perlenhöhlen mikroskopisch klein,
Auf schlamm'gem Grunde regt sich's zart und fein.
Durch Reihen von Geschlechtern blüh'n sie dann,
Zu neuer Kraft und Gliederpracht heran,
Und Wesen ohne Zahl davon entspringen
Mit Blättern, Flossen, Füßen oder Schwingen.

Erasmus Darwin, Der Tempel der Natur.

Die Annahme, daß die ersten Bürger unseres Planeten, wie so manche Griechenstämme von sich rühmten, Autochthonen gewesen sein müssen, eigene Erzeugnisse des hinreichend zu ihrer Aufnahme erkalteten Erdballs, nicht aus irgend einem Winkel des Weltalls hergeregnete Keime, oder hierher, wie auf eine abgelegene Insel verbannte Schöpfungen der Willkür, diese Annahme ist ebenso sehr eine Forderung der Logik, als ein Folgeschuß der neueren Naturforschung. Die ältere Naturphilosophie hat sich, wie wir in dem ihr gewidmeten Kapitel sehen werden, wenig Kopfschmerzen darüber gemacht; sie nahm eine unmittelbare Selbstentstehung (Generatio aequivoca) auch der höhern Lebewesen als selbstverständlich an und noch Milton läßt den Vogel aus dem Wasser und den Löwen aus der Sandscholle der Wüste, unmittelbar aus den Elementen gebildet, emportauchen. Allmälig wurde dieser Proceß auf immer niedriger stehende Thiere und Pflanzen beschränkt, aber noch immer scheint man selbst in Naturforscherkreisen nicht aufgeklärt genug zu sein, einzusehen, daß es sich bei der Selbstentstehung nur um die allerletzten Glieder der Wesenkette handeln könne. Man stellt noch heute, namentlich in England, vielfache Versuche an, um die Selbstentstehung der Infusorien, vergleichsweise höher organisirter Wesen, zu erweisen, oder zu widerlegen, Versuche, bei denen in organischen Flüssigkeiten alle etwa vorhandenen Keime durch Kochen getödtet und neue durch hermetische Abschließung ferngehalten werden. Diese Versuche haben wenig Werth für unsere Frage und dürften

fortdauernd verneinend ausfallen. Sie sind nichts als ein verspäteter Nachklang der alten Lehre von der Selbstentstehung lebender Wesen durch Fäulniß und Verwesung organischer Körper, die einzig aus mißdeuteten Beobachtungen hergeleitet war. Damit solche Wesen leben konnten, mußte bereits in der Urwelt organische Materie in Masse vorhanden sein; sie konnten erst später den Schauplatz betreten, nachdem Wesen, die unmittelbar von den einfachsten Kohlenstoffverbindungen zu leben vermochten, in ihren Leichen Vorräthe für sie aufgespeichert hatten. Die ersten organischen Wesen können somit nur solche gewesen sein, welche im Stande waren, wie noch heute die Pflanzen, unmittelbar unter dem Einflusse des Lichtes und der Wärme von den vorhandenen unorganischen Substanzen zu leben.

Die große Frage nach dem Ursprunge des Lebens müssen wir vorläufig, ebenso wie die nach dem Ursprunge der Materie, den Gebieten des Glaubens überlassen. Große Physiologen haben sich dahin ausgesprochen, das Leben müsse, wenn auch in anderer Form immer existirt haben; es könne selbst den feuerflüssigen Weltkörpern nicht gefehlt haben; es sei mit einem Worte ewig wie die Materie selbst. Diese Ansicht hat offenbar einen gewissen Gehalt, sofern sie ausspricht, daß mit dem organischen Leben nichts *Fremdes* in die Welt gekommen sei, und daß die Kräfte und Stoffe, die das Leben unterhalten, auch im Stande sein müssen, es zu erzeugen. Wie schon oben angedeutet, betrachtet die moderne Naturforschung das Leben als einen unter günstigen Bedingungen eingeleiteten chemisch-physikalischen Prozeß, innerhalb dessen durch Aneignung äußerer Stoffe, und in beständiger Anregung durch äußere physikalische Kräfte, Spannkräfte gewonnen werden, welche die Fortdauer dieses Prozesses sichern. Da das Leben auf der beständigen Wechselwirkung mit der Außenwelt beruht, so bleibt es nichts unveränderlich Gegebenes, sondern zeigt unter Aufgabe jeder spezifischen Form eine Anpassungs- und Entwickelungsfähigkeit, wie sie nur einem zu einer gewissen Zeit begonnenen und noch heute fortschreitenden Prozesse zugeschrieben werden kann. Es ist heute die allgemeine Ueberzeugung aller tieferblickenden Naturforscher, daß die höheren Formen des Lebens aus niederen hervorgegangen sind, und man kann diese Vorstellung nicht folgerichtig zu Ende denken, ohne zu dem Schlusse zu kommen, daß die niedersten Formen des Lebens endlich aus solchen hervorgegangen sein müssen, die wir gar nicht mehr als organisches Leben anerkennen würden, die wir etwa „chemisches Leben" nennen könnten, wie das Feuer, welches sich selbst verzehrt und weiterzeugt, gleich einem organischen Wesen.

Daß es uns bisher nicht gelungen ist, einen wirklichen elternlosen Anfang vom organischen Leben zu beobachten, darf nicht als Beweis gegen die Möglichkeit eines solchen angeführt werden. Vielleicht werden wir diesen Prozeß niemals unmittelbar beobachten können, da wir eben nicht im Stande sein mögen, die Bedingungen, unter welchen er ursprünglich vor sich gegangen

ist, wieder zu erneuern. Vielleicht war dazu das heiße Wasser der ältesten Zeiten nöthig, wie wir noch heute in heißen Mineralquellen, deren Wasser die meisten höher entwickelten Wesen tödten würde, einzelne niedere Wesen vegetiren sehen. Vielleicht aber wiederholt sich der Vorgang des Lebensursprungs noch heute in der Meerestiefe, denn aus ihr hat die neuere Naturforschung Wesen an's Licht gebracht, so einfach gebildet, daß wir noch einfachere überhaupt nicht vorzustellen im Stande sind. Die ältesten Bewohner der Welt mögen ihnen in ihrer Erscheinung, wenn auch vielleicht nicht in der Art ihrer Nahrungsaufnahme geglichen haben.

Diese auf dem Grunde der süßen und salzigen Gewässer lebenden Urwesen sind so einfach gebaut, daß sie noch nicht einmal den Namen von Organismen beanspruchen können, weil sie keinerlei Organe besitzen. Es sind einfach nur Klümpchen belebten Schleimes, meist mikroskopisch klein, kaum Stecknadelkopfgröße erreichend, oder auch größer, ohne feste Haut und Structur, ja selbst ohne bestimmte Gestalt, da sich dieselbe beständig ändert. Die Naturgeschichte dieser einfachsten Wesen ist uns hauptsächlich durch die Arbeiten Häckel's bekannt geworden. Derselbe beobachtete im Jahre 1864 bei Nizza zum ersten Male genauer die Lebensäußerungen eines der größten dieser Schleimwesen und hat nach Entdeckung mehrerer andern, die er im Süßwasser bei Jena fand, die erste Monographie dieser einfachsten Naturwesen gegeben. Der ihnen beigelegte Namen Moneren betont ihre Einfachheit. (Vergl. Fig. 36.)

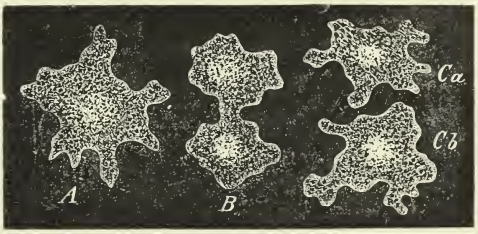


Fig. 36.
A Protamoeba primitiva. Süßwassermoner mit seinen Scheinfüßen, welches sich in Fig. B in zwei Individuen C a und C b theilt. Nach Häckel.

Der zähe Schleim, aus welchem sie bestehen, besitzt eine ähnliche, ziemlich complicirte chemische Zusammensetzung wie der Eiweißstoff (Protoplasma oder Sarkode) aller Pflanzen und Thiere. Wenn der Kohlenstoff den Mittelpunkt der entfernteren Bestandtheile des lebenden Körpers bildet, so ist diese Protoplasma-Masse wieder unter den näheren, zusammengesetzten Bestandtheilen auch der höheren Wesen die dem Herde des Lebens nächste, die eigentlich lebende Materie. Alle andern Bestandtheile der organischen Körper, namentlich die stickstofffreien unter denselben, sind bis zu einem gewissen Grade erst Hervorbringungen dieses uns in den Moneren in seiner nacktesten Gestalt entgegentretenden Protoplasma's. Der deutsche Botaniker Cohn und der französische Naturforscher Dujardin sind die ersten gewesen, welche vor dreißig Jahren die später namentlich durch Max Schultze ausgebildete Protoplasma-Theorie begründet haben: die jetzt allgemein angenommene Ansicht,

daß diese helle zähflüssige Masse auch in den höheren Pflanzen und Thieren den eigentlichen Herd des Lebens darstelle, keineswegs aber die verschiedenen Gewebe, mit denen sie sich bekleidet und durch deren besondere Einrichtung sie später höhere Formen erreicht, die aber nur leben, so lange der von ihnen eingeschlossene Bildungsstoff lebendig bleibt, was nicht ewig dauert, da von ihm zunächst die Vorgänge des Alterns ausgehen mögen. Gewiß ist, daß das Protoplasma in jener ureinfachsten Form bereits dem Reize der Wärme, des Lichts und der Elektrizität durch Zusammenziehung und Bewegungen antwortet. Ein kräftiger elektrischer Schlag tödtet die Masse, indem er dieselbe wie Hitze zum Gerinnen bringt, ein schwächerer Schlag bewirkt eine schleunige Zusammenziehung zu einem kuglichen Klümpchen. Aehnlich sah W. Engelmann einen Lichtstrahl wirken, wenn man denselben in einem dunklen Zimmer auf ein solches Wesen fallen ließ, welches sich unter dem Mikroskope ausgebreitet hatte. Es zog sich plötzlich, wie nach einem elektrischen Schlage zusammen, während eine langsame Erhellung des Zimmers es nicht zu berühren schien. Es verhielt sich also hier die ganze Körpermasse ähnlich wie das Auge der höchst entwickelten Thiere, welches sich bei plötzlicher Erhellung geblendet schließt, während die allmälige ihm nicht weh thut. Im Trocknen befindliche Protoplasmamassen kann man durch Feuchtigkeit nach jeder beliebigen Richtung, auch dem Gesetz der Schwere entgegen, locken, und an einem tropfenden Streifen Fließpapier kriechen sie nach Stahl aufwärts dem Wasserstrom entgegen. Ebenso wirken chemische, von Nährstoffen ausgehende Reize, die, wenn sie in ruhiger Flüssigkeit ausströmen, Protoplasma-Wesen schon aus einiger Entfernung herbeiziehen. Auch kann man mit guten Gründen sagen, daß alle Vervollkommnung im Reiche des Lebens zuletzt immer nur das Protoplasma in seiner Leistungsfähigkeit gesteigert habe, denn in letzter Instanz ist es immer nur ein winziges Tröpfchen dieses Stoffes, welches die im Kampf um's Dasein erworbenen Vortheile bewahrt und im aus der Eizelle neu entstehenden Individuum verjüngt entfaltet. An sein Bestehen ist das Leben des Individuums, wie das des ganzen Geschlechtes geknüpft, und in ihm ruhen alle Geheimnisse der Welt des Lebens. Wenn ein Geschlecht ausstirbt, so müssen wir klagen, daß eine Protoplasma-Sorte aufgehört habe, sich zu verjüngen.

In den Moneren hat sich das Protoplasma noch keine Organe geschaffen, es ist gleichzeitig Haut und Magen, Hand und Fuß, das Ideal des Mangels aller Arbeitstheilung. Nach allen Richtungen stößt der Schleimklumpen mehr oder weniger dicke oder haardünne Scheinfüße (Pseudopodien) hervor, um Nahrung heranzuziehen und sich von der Stelle zu bewegen; findet sich etwas in ihrer Richtung, so umfließt die flüssige Schleimmasse den Bissen, und empfängt durch einfache Aussaugung die etwa zur Ernährung brauchbaren Theile. Es verhält sich dabei aber ganz anders als ein beliebiges Schleimtröpfchen! Während z. B. das todte Moner mittelst Karminlösung durch

die ganze Masse tief roth gefärbt wird, ist dies bei dem lebenden nicht der Fall; man sieht nur kleine rothe Körnchen des Farbstoffes in dasselbe eintreten, die wahrscheinlich auf ihren Nahrungswerth dabei geprüft werden. Die nach allen Seiten ausgebreiteten Scheinfüße fließen gelegentlich zusammen, oder ziehen sich sämmtlich in den Mutterschoß zurück, der nun wieder ein rundliches Schleimklümpchen darstellt. Allein durch die beständige Nahrungsaufnahme wächst das Individuum, wenn man hier bereits von einem solchen sprechen darf, über sein gewöhnliches Maß hinaus, und zerfällt dabei in zwei, vier oder mehr Stücke, die nun auf eigene Faust weiterleben. (Fig. 36.) Es ist dies die einfachste und ursprünglichste Vermehrungsform der Lebewesen. Bei dieser Art der Vermehrung handelt es sich zugleich um eine beständige Verjüngung der Lebewesen, und man kann bei ihnen mit Weismann von einem ewigen Leben sprechen, da keine Hälfte von ihnen untergeht, oder als ältere bezeichnet werden kann. Der natürliche Tod ist erst mit der Ausbildung zusammengesetzter, sich abnützender Organe das nothwendige Erbtheil der Organismen geworden, und bei ihnen hat sich die Unsterblichkeit und ewige Jugend der Urwesen auf die Keimzellen zurückgezogen, die von dem zu Grunde gehenden Körper producirt werden und das Leben erhalten.

Mehrere ganz ähnlich beschaffene Urwesen, die sich aber durch eine etwas verschiedene Fortpflanzungsform unterscheiden, wurden bald nach jenem ersten von Cienkowski entdeckt und unter dem Namen Protomonas (Urmonade) beschrieben. Dieselben ziehen nämlich, wenn sie sich zur Fortpflanzung anschicken, ihre Füße ein und gehen in einen Ruhezustand über, in welchem die kleine Protoplasmamasse eine Hülle ausscheidet und sich einkapselt. Innerhalb dieser zarten Hülle zerfallen sie in vier oder mehr Theile, die sich nach der Sprengung der Hülle durch einfaches Wachsthum zu der reifen Form entwickeln. Ein schön orangeroth gefärbtes Moner dieser Abtheilung, welches so groß ist, daß es schon unter der Lupe als zierlicher kleiner Stern erscheint, entdeckte Häckel auf Weichthiergehäusen, die an die Küste der kanarischen Insel Lanzarote geworfen waren. Wir sehen dasselbe, die Hauptmasse, mit Nahrungsresten erfüllt und die Strahlen in mehrfacher Verästelung eine zierliche Sonne bildend, in der nachfolgenden Fig. 37. Die Zahl der bekannten Moneren hat sich inzwischen durch weitere Entdeckungen bereits auf mehr als ein Dutzend verschiedener Arten vermehrt, die sich durch Form und Fortpflanzungsart unterscheiden, so daß wir selbst an den untersten Grenzen des Lebens bereits das Abänderungsvermögen bestätigt sehen. Mit derselben Ehrfurcht, wie sie uns beim Erblicken eines Nebelflecks ergreift, mögen wir durch das Mikroskop die Regungen eines dieser kleinen Schleimklümpchen oder Cytoden betrachten, denn ihnen müssen die ersten Urwesen geglichen haben, in denen ein Strahl des Lebens zuckte; eine noch größere Einfachheit können sie nicht dargeboten haben, denn selbst unsere

Phantasie ist nicht im Stande, noch einfachere und niedriger stehende Lebewesen auszudenken.

Das angeblich kolossalste dieser „Organismen ohne Organe" wurde 1857 von dem Capitain Dayman, Commandanten des englischen Kriegsschiffes Cyclop, bei der Untersuchung des sogenannten Telegraphen-Plateau's, einer

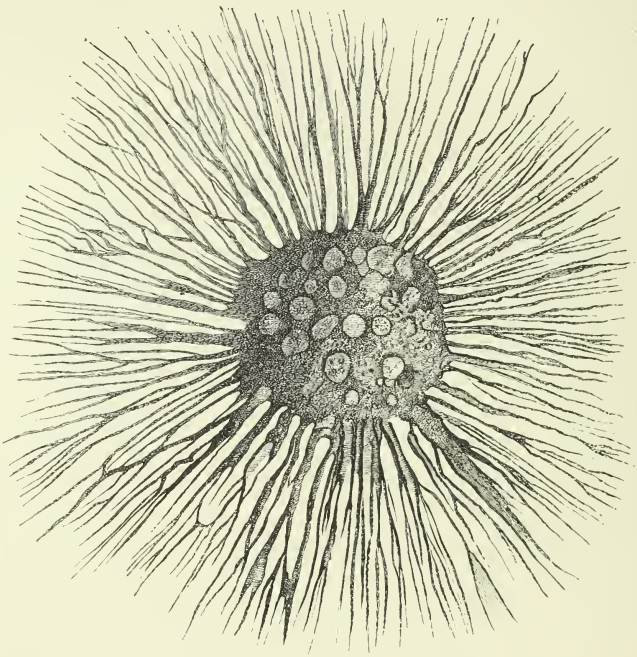


Fig 37.
Orangerothes Urschleimwesen. (Protomyxa aurantiaca.)
140 mal vergrößert.

durchschnittlich 12,000 Fuß unter dem Meeresspiegel zwischen Irland und Nordamerika sich hinstreckenden Tiefebene, entdeckt. Der Meeresboden zeigte sich nämlich fast durchweg mit einem Schlamme von mehliger und zugleich klebriger Beschaffenheit bedeckt, von dem stets Proben am Tau und Loth des Senkapparates hängen blieben, ohne selbst von dem Wasser, welches sie beim Aufziehen passiren mußten, abgespült zu werden. Man fand die mikroskopischen Urwesen und Gesteinsstückchen dieses Meerschlammes von einem zähen Schleime umhüllt, der sich bewegte und in seinem Innern Höhlungen (Vacuolen) bildend, in Form eines Maschenwerkes, der Zeichnung des sogenannten marmorirten Papieres vergleichbar, umherkroch. Der berühmte englische Zoologe Huxley nannte dieses aus einem gleichmäßig körnigen

Schleime bestehende Urwesen Bathybius Häckelii, durch den Gattungsnamen das Tiefleben des Thieres bezeichnend. (Fig. 38.)

Man hat anfangs geglaubt, dieser Tiefseeschleim habe eine allgemeine Verbreitung in sämmtlichen Meeren und stelle ein Nachbild jenes Urschleimes

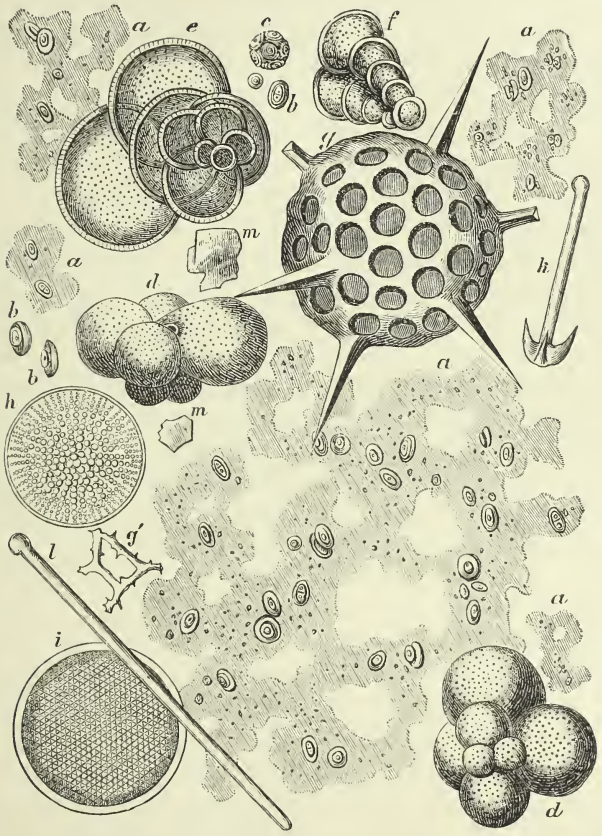


Fig. 38.
Stark vergrößerte Ansicht einer Bodenprobe des atlantischen Meeres. a Der Tiefseeschleim mit darin vertheilten Kalkalgen (Coccolithen) b u. c Coccolithen, Discolithen und Coccosphären. d u. e Globigerinen. f Textilaria. g Haliomma, ein Radiolar. h u. i Diatomeen-Scheibchen. k u. l Kieselnadeln aus Schwämmen. m Mineral-Bruchstücke.

vor, auf dessen Vorhandensein schon frühere Naturphilosophen geschlossen hatten, z. B. Oken, als er im Anfange unseres Jahrhunderts schrieb: „Alles Organische ist aus Schleim hervorgegangen, ist nichts als verschieden gestalteter Schleim. Dieser Urschleim ist im Meere im Verfolge der Planetenentwicklung aus anorganischer Materie entstanden.“ Allein die Untersuchungen

der Challenger-Expedition haben in jüngster Zeit gezeigt, daß dieser lebende Schleim auf dem Grunde der südlichen Meere sich nicht findet, und in einer ebenso vorschnellen Verallgemeinerung hat man daraus geschlossen, daß er überhaupt nicht existire. Allein selbst zugegeben, dies wäre so, so ist doch der von bekannter Seite angeschlagene Jubel über die „Niederlage der Naturphilosophie" völlig gegenstandslos, denn die von Niemandem angezweifelten Moneren des süßen und salzigen Wassers sind für die Entwickelungstheorie genau ebenso lehrreich und merkwürdig, wie der angezweifelte Tiefseeschleim. Indessen ist der letztere von Dr. Bessels bei einer der letzten nordamerikanischen Nordpol-Expeditionen (1875) wiederum in großen Massen im Smithsunde gefunden worden, und zwar ohne jene Kalkkörperchen (Coccolithen u. s. w.), die man früher für Bildungen des Tiefseeschleimes selbst hielt, die aber wahrscheinlich nur in seine Masse aufgenommene Kalkalgen darstellen. Die lebhaften Bewegungen und Strömungen des maschenbildenden Schleimes sind bei dieser Gelegenheit von Neuem beobachtet und durch Carminfütterung sichtbar gemacht worden, so daß der Triumph der Gegenpartei von sehr kurzer Dauer gewesen ist.

Eine der vielbesprochensten und wichtigsten Monerengruppen ist diejenige der fälschlich sogenannten Spaltpilze (Schizomyceten), Stabthiere (Bacterien) oder Zitterlinge (Vibrionen), die sich sowohl durch außerordentliche Kleinheit, wie durch fest umschriebene Form von den bisher erwähnten Urwesen unterscheiden. Sie wimmeln in ungeheuern Schaaren in jeder organischen Flüssigkeit auf, die in Berührung mit der Luft in eine Gährung, Fäulniß oder sonstige Zersetzung übergeht, und hat man sie daher vornämlich bei den zahlreichen Versuchen über Urzeugung im Auge gehabt. Da aber diese Zersetzungen, Gährungs- und Fäulnißvorgänge nicht einzutreten pflegen, wenn man nach Tödtung aller Keime in der Flüssigkeit durch längeres Kochen dieselbe nur mit solcher Luft in Berührung bringt, die durch Baumwolle, Feuer oder Schwefelsäure gegangen ist, oder die Luft ganz abschließt, so ist es vor der Hand wahrscheinlicher, daß sich dieselben nicht aus den zerfallenden Eiweißstoffen neubilden, sondern nur durch Theilung vermehren und durch die Luft verbreiten. Mit mehr Grund sieht man sie als die eigentlichen Erreger jener Zersetzungsvorgänge an, und es ist alle Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß auch viele ansteckende Krankheiten, die meist mit Blut- und Säftezersetzungen auftreten, ebenso die

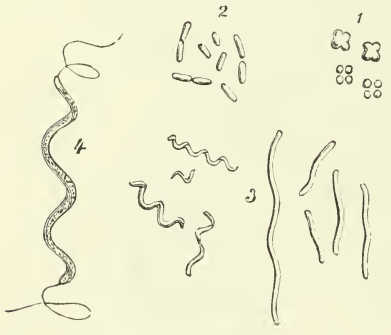


Fig. 39.
Bacterien. Sehr stark vergrößert. 1 Sarcine. 2 Bacillus. 3 Vibrio. 4 Spirillum.

bösartigen Wundkrankheiten, von ihnen hervorgebracht werden. Behandlungsweisen, die auf ihre schnelle Zerstörung ausgehen (Desinfection und antiseptische Verbände u. s. w.), versprechen daher den größten Erfolg. Nach ihrer Form unterscheidet man verschiedene Arten, einfache Körnchen (Micrococcus), die sich durch Halbirung oder kreuzweise Theilung vermehren, stäbchen- und korkzieherförmige Formen, die zum Theil mit Wimpern versehen sind, u. A. (Siehe Fig. 39.)

Man hat früher angenommen, daß den verschiedenen Arten der Zersetzung, z. B. der geistigen, sauern und fauligen Gährung, ebenso viele verschiedene Bacterien-Arten entsprächen. Diese Meinung wird unterstützt durch die Beobachtung, daß z. B. bestimmte kugelförmige Bacterien durch ihren Lebensprozeß stets dieselben intensiven Farbstoffe und Gerüche bilden, wie z. B. die Wundermonade (Monas prodigiosa), welche scheinbare Blutflecken auf stickstoffhaltigen Nahrungsmitteln erzeugt und vielem Aberglauben Vorschub geleistet hat, oder eine ähnliche Art, die auf der Milch indigoblaue Flecken hervorbringt. Allein ein sehr genauer Beobachter dieser niedern Urwesen, Nägeli, glaubt sich durch seine Jahrzehnte langen Studien über dieselben berechtigt, anzunehmen, daß die meisten ihrer Formen in einander übergehen, daß sie eine große Biegsamkeit haben, sich verschiedenartigen Lebensverhältnissen anzupassen, und je nach den Umständen, z. B. in ungekochter Milch eine sauere, in gekochter eine bittere Gährung einzuleiten u. s. w. Allerdings mögen sie dabei die Neigung erwerben, in der Folge, wenn thunlich, in der begonnenen Weise fortzuleben, so daß z. B. die als Ursachen der Blattern und des Milzbrandes sicher erkannten Bacterien immer von Neuem diese Krankheiten erzeugen, bis sie eine Zeit hindurch des entsprechenden Bodens beraubt, sich einer andern Lebensweise angepaßt haben. Pasteur, Wernich und andere Naturforscher haben in dieser Richtung interessante Züchtungsversuche angestellt, bei denen durch fortgesetzte Züchtung in verschiedenen Flüssigkeiten, oder auf lebenden Thieren milder und stärker wirkende Abarten erzogen werden konnten, deren Studium die wichtigsten praktischen Folgen für die Behandlung und Vorbeugung der betreffenden Krankheiten verspricht. Die Entdeckung des Milzbrand-, Tuberkulosen- und Cholera-Bacillus durch Koch, des Hundswuth-Bacillus durch Pasteur haben in dieser Beziehung das allgemeinste Aufsehen erregt.

Diese vielfach nach dem Eintrocknen, wahrscheinlich in Folge einer Art Einkapselung (Sporenbildung), äußerst widerstandsfähigen Wesen — sie ertragen Kälte von −80° C. und Hitze bis zu 120° C., und von trockener Hitze wahrscheinlich noch höhere Grade! — sind durch ihre Anpassungs-Fähigkeit trotz ihrer verschwindenden Kleinheit zu einer gewaltigen Großmacht im Naturleben geworden, und nur diejenigen Pflanzen und Thiere können in dem beständigen Kampfe für das Leben ausdauern, die ihnen allezeit kräftigen Widerstand zu leisten vermögen, sei es, indem sie sich ihren Angriffen körper-

lich anpassen, wie die Leute, welche in Fiebergegenden gesund bleiben, oder indem sie sie zu bekämpfen wissen, wie die moderne Medicin. Offenbar besitzt bis zu einem gewissen Grade jeder vollkräftige Organismus die Fähigkeit, ihre Angriffe zu verwinden, indem z. B. die zahlreichen Bacterien, die beständig in Mund, Magen und Lunge gelangen, dort verdaut und aufgesogen werden, und diese Fähigkeit steigert sich sogar durch wiederholte Angriffe, wie z. B. bei der Impfung, Acclimatisation, zur höhern Widerstandsfähigkeit, weshalb Ansteckungskrankheiten, die man einmal überstanden hat, nicht so leicht wiederkehren. Immerhin hat dieses Ueberwindungsvermögen seine Grenzen, und wenn durch irgend eine andere Ursache der Lebensprozeß Störungen erleidet, so gewinnen die unsichtbaren Schaaren des Zerstörers sehr bald das Uebergewicht: nicht nur den todten Körper überwältigen und

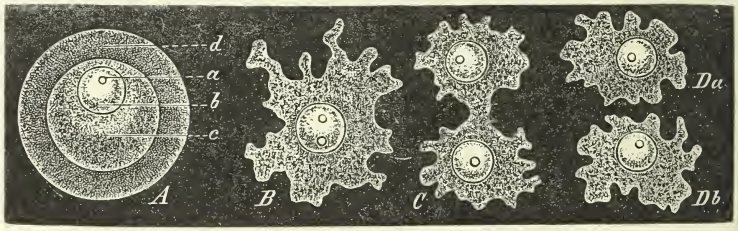


Fig. 40.
Amoeba sphärococcus. A Eingekapselte Amöbe im Ruhezustand. d Zellhaut. c Protoplasmamasse. b Nucleus. a Nucleolus. B Freie Amöbe. C u. D In der Theilung begriffene Amöben (nach Häckel).

zersetzen sie, sondern auch den langsam hinsterbenden, wie die Holzwürmer den kranken Baum im Walde ausfinden. Sofern aber gewisse körperliche Abänderungen die Lebewesen befähigen, diesen nieruhenden Angriffen mehr Widerstand entgegenzusetzen als andere, so haben diese bösen Urwesen doch auch wieder den Nutzen, kränkelnde Organismen fortzuschaffen und gesunde Racen zu züchten, wie denn ihre Rolle im allgemeinen Naturleben eine eingehendere Betrachtung verdient, als sie hier finden konnte.

Wir haben schon vorhin von der gelegentlichen Einkapselung der Protoplasma-Wesen gesprochen, die durch eine einfache Austrocknung der oberflächlichen Schicht, oder durch die Ausschwitzung einer dichteren Haut vor sich gehen kann. Diese vorübergehende oder dauernde Bedeckung der zähflüssigen Lebensmaterie, ist ein Vorgang von viel weniger einschneidender Bedeutung, als die Absonderung einer verdichteten Protoplasma-Masse von dem dünnflüssigeren Theil, als in ihm schwimmender Kern. Denn mit ihm erhielten die allgemeinen Lebenserscheinungen dieser Masse zuerst einen Mittelpunkt, und während es uns schwer wird, bei den kernlosen Schleimklümpchen der Moneren von einem Individuum zu sprechen, bietet sich diese Bezeichnungsweise bei der nächst höheren Form der Urwesen, bei den Amöben oder

Wechselthierchen von selber. Es sind Schleimklümpchen, die ihre Scheinfüße nach allen Richtungen ausstrecken, wie die Moneren, aber in ihrer Mitte schwimmt ein kleines Bläschen, der Zellkern (Cytoblast oder Nucleus), der nochmals ein dichteres Theilchen (den Nucleolus) einschließt (Fig. 40). Diese Sonderung in einen dichteren Kern und umfließende Protoplasma-Masse ist der wichtigste Fortschritt, den wir im Reiche der Urwesen beobachten, ein Gewinn für alle Zukunft des lebendigen Reiches, denn mit ihm ist das Elementar-Organ, aus welchem alle höheren Organismen bestehen, entstanden, die Zelle. Es ist durchaus nicht von so großer Bedeutung, ob sich das Protoplasma mit seinem Kern noch außerdem mit einer äußern Hülle versieht, oder nackt bleibt, denn dieser Umstand hat mehr auf die Lebensweise, als auf den Werth der Zelle Einfluß. Auf den Kern hingegen beziehen sich hinfort wie auf das Haupt dieses Elementarorganismus alle Bewegungen der Schleimströme, der Kern wird vom Protoplasma ernährt und wenn eine Theilung vor sich gehen soll, so bildet das Zerfallen des Kernes in zwei Hälften den Beginn und Hauptakt derselben.

Derartige nackte oder von einer Membran umhüllte freie Zellen leben in großer Zahl als Personen verschiedenster Bildung im Wasser und auch im Halbtrockenen. Die einen können mit Hülfe ihrer Scheinfüße umher kriechen und feste Nahrung durch Verschmelzung derselben zum Auffangen in die Protoplasma-Masse ziehen: die mit einer Membrane versehenen Zellen dagegen können nur schwimmen und durch die feinen Poren ihrer Haut flüssige Nahrung mittelst der Durchsaugung aufnehmen. Hier kündet sich nun der früheste Unterschied zwischen Thier- und Pflanzenreich an, der, wenn auch nicht als starres, ausnahmsloses Gesetz, doch im Allgemeinen die Charakterverschiedenheit beider Reiche am besten bezeichnet. Die nackte amöbenartige Zelle entspricht mehr dem Thierreiche, bei welchem, wenn diese Zellen nach der Theilung sich zum Zusammenleben und Körperbilden bestimmen, ein weiteres Aufgeben der Individualität und vollkommeneres Hingeben an den Gesammtorganismus stattfindet, als bei den Pflanzen, wo sich die Zellen durch dicke Wände von einander absondern und bis zu einem gewissen Grade wirklich für sich leben.

Die Entdeckung, daß der Leib der höheren Pflanzen und Thiere durchweg aus solchen Kernzellen aufgebaut ist, wurde in den Jahren 1838—39 von Schleiden und Schwann gemacht, nachdem allerdings Oken, der Prophet des Urschleims, bereits 1809 orakelt hatte, daß der durch Urzeugung entstandene Schleim zuerst die Form kleiner Bläschen, die er Mile nannte, angenommen habe, und daß die ganze organische Welt aus einer Unendlichkeit solcher Bläschen zusammengesetzt sei. Daß diese Anschauung nicht nur vernunftgemäß, sondern auch wahrheitsgetreu ist, können wir daran sehen, daß jedes höhere Naturwesen beider Reiche, als einfache nackte Zelle sein Dasein beginnen muß. Nun zeigen allerdings die Zellen des Thier- und Pflanzenreichs so durchgreifende Unterschiede, daß man geneigt sein kann, sie von

verschiedenen Urwesen abzuleiten; die ersteren erzeugen vorzugsweise ein stickstoffreiches dünnhäutiges Gewebe, die letzteren mehr stickstofffreie Stoffe, unter denen Cellulose, Fett, Stärke und Zucker eine Hauptrolle spielen. Indessen finden mannigfache Uebergänge statt. Bei den niedersten Wesen ist der Unterschied entweder nicht klar ausgeprägt, oder wir haben es hier auch zum Theil wahrscheinlich mit Abkömmlingen noch anderer Lebensanfänge zu thun, als diejenigen der Hauptrichtungen des Thier- und Pflanzenreiches, welche allein eine große Entwicklung gehabt haben. Namentlich um die einzelligen freilebigen Wesen, von denen wir sogleich sprechen werden, hat ein ewiger Streit unter den Zoologen und Botanikern wegen ihrer Heimathsberechtigung getobt. Es ist deshalb jedenfalls besser, sie mit Häckel in ein neutrales Urreich zu bringen, was schon früher von mehreren Systematikern wie Ritgen, Horaninow, Siebold und Andern vorgeschlagen worden war.

Den nackten Wechselthierchen oder Amöben, die ein freies Leben führen, gleichen noch auf höherer Stufe manche freien Zellen des Thierleibes, z. B. die umherschwimmenden Eizellen niederer Thiere und die Blutkörperchen einzelner vollkommen. Letztere entstehen wie jene durch Theilung des schleimumhüllten Zellkernes, strecken wie sie zuweilen kurze Scheinfüße aus und ändern damit ihre Gestalt, ernähren sich auf ähnliche Weise und kapseln sich schließlich in eine dünne Haut. Die Dünnheit dieser Haut erlaubt ihnen, bei ihrer gegenseitigen Vereinigung so einheitliche Gewebe zu bilden, wie z. B. in der Mark- und Nervensubstanz, während sie Ausschwitzstoffe, wie den Kalk der Knochen, als Zwischen-Zell-Masse ablagern, ohne die eigenen Häute zu verdicken. Hier und da trifft man auch in den Zellgeweben höherer Thiere freie Zellen an, die vollständig den Charakter von Amöben bewahrt haben. R. Wiedersheim hat in neuerer Zeit die interessante Entdeckung gemacht, daß die innere Darmauskleidung bei Fischen, Amphibien und Säugethieren keineswegs mit einer starren Begrenzungsmembran versehen ist, sondern daß die pallisadenartigen Zellen der Schicht an ihrem freien Rande gewissermaßen nackt dastehen, und derselben amöboidenartigen Bewegungen fähig sind, welche fressende Amöben selbst zeigen. Während ein großer Theil des Verdauungsvorgangs bei höheren Thieren durch die chemische Einwirkung von besonderen Säften besorgt wird, die durch die Zellwände ungehindert hindurchtreten können, hat sich in ihnen gleichsam eine Colonie ursprünglicher Amöben erhalten, die sich mit ihren Scheinfüßen direkt solcher Stoffe der Nahrung, wie z. B. der Fettkörperchen bemächtigen, welche ohne weitere Umwandlung in den Lymph- und Blutbahnen weiter befördert werden können.

In den freilebenden Urwesen mit beständiger Zellhaut bildet sich das Innenleben der Zelle bereits in ähnlicher Weise aus, wie bei den höheren Lebewesen. Zugleich tritt eine sehr vortheilhafte erste, wenn auch noch sehr einfache Organenbildung ein, die Fortbildung der Oberhaut in eine oder mehrere Wimperfortsätze, welche zum Ersatz der in dem Sack zurückgehaltenen

Scheinfüße, die Schwimmbewegung vermitteln. Hierher gehören die Geißelschwärmer (Fig. 41), deren Form später von vielen Fortpflanzungszellen bei Pflanzen und Thieren beibehalten wurde, und die eigentlichen Infusorien. Unter den ersteren finden wir mancherlei Arten, die Scheinfüße hervorstrecken, wie die Amöben, eigenes Chlorophyll enthalten und im Lichte die Kohlensäure zersetzen, und die nach Bergh eine Art Grundstock darstellen, von dem man einerseits die Amöben und Rhizopoden, andrerseits die höheren Infusorien ableiten könnte. Andrerseits vereinigen sie so vielerlei pflanzliche und thierische Charaktere miteinander, daß sie besonders deutlich die Unmöglichkeit darthun, in diesen Regionen einen Unterschied zwischen Pflanze und Thier zu machen. Ferner gehören hierher die durch Blattgrünkörnchen gefärbten Euglenen, welche bei massenhaftem Auftreten im Frühjahr das Wasser unserer Pfützen grün färben und die Noktiluken, welche die Hauptursache des Meerleuchtens bilden. Jene kleinen langgeschwänzten Zellen, die fast den Umriß einer mikroskopisch kleinen Kaulquappe zeigen, haben aber nicht nur zuweilen selbstleuchtenden Inhalt, sie sind auch für den Lichtreiz sehr empfindlich. Und zwar die selbständigen Wesen dieser Art ganz ebenso wie die gleichgestalteten und gleichwerthigen Fortpflanzungszellen höherer Lebewesen. Sie wenden das gewimperte Ende der Lichtquelle zu und drehen sich bei der Hin- und Herbewegung um die Achse des Lichtstrahls. Diese natürlich von dem Reize des Lichtes auf die empfindliche Protoplasma-Masse, die auch die Thätigkeit der Sinnesorgane vertritt, herrührende Wirkung ist also an den Bewegungen desselben unmittelbar wahrnehmbar. Ueberhaupt ist diese hochempfindliche Lebensflüssigkeit auch innerhalb der Zelle beinahe in beständiger Bewegung. Für das ihr durch die dichte Wandung ihrer Wohnung, namentlich bei pflanzlichen Organismen, versagte Hervorstrecken ihrer Scheinfüße, entschädigt sie sich nunmehr durch ein lebhaftes Zimmerturnen und unterhält in einem größten Kreise der Zelle einen Dauerlauf, wobei sie sich in mehrere freie Ströme theilt, die durch ovale Hohlräume (Vacuolen) getrennt, Zellkern und Innenwand der Zelle beständig umspülen (Fig. 42). Der Zellkern hängt

Fig. 41.
Phacus longicauda, ein Geißelschwärmer mit rothem Augenfleck.

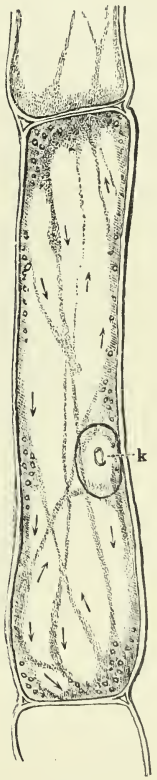


Fig. 42.
Protoplasmaströme in einer Pflanzenzelle. k Der Zellkern.

an diesem Bänder- und Stromsystem inmitten der Zelle wie eine Spinne in ihrem Netze und bewegt sich durch abwechselnde Verkürzung und Verlängerung der Bänder gleichsam wie zur Oberaufsicht und scheinbar freiwillig in seinem Käfig umher, mitunter anscheinend der Strömung entgegen. Obwohl sich hierbei in den Bewegungen Beziehungen mit dem Wand an Wand lebenden Protoplasma-Nachbar nicht verkennen lassen und neuere Untersuchungen von Tangl, Gardiner u. A. sogar gezeigt haben, daß durch feine Oeffnungen der Zellwände auch bei den Pflanzen ein gewisser Zusammenhang des Protoplasmas der einzelnen Zellen durch den gesammten Organismus gegeben ist, so kann man nicht umhin, der Ansicht von Hanstein zuzuneigen, daß der Kern mitsammt dem Wand-Protoplasma jeder einzelnen Zelle, mit dem er durch speichenartige oder netzförmig verzweigte Ströme verbunden bleibt, als ein amöbenartiges Einzelwesen betrachtet werden muß, das sich als bis zu gewissem Grade selbständiger Theil dem Gesammt-Wesen, wenn dasselbe ein zusammengesetztes ist, unterordnet. Schon früher war man auf zergliederndem Wege zu demselben Schlusse gelangt. Denn, als man sich die Frage vorlegte, was im Pflanzenreiche als Person zu betrachten sei, erkannte man zuerst die Unhaltbarkeit der alten Ansicht, alles durch ungeschlechtliche Fortpflanzung aus einem Lebewesen Hervorgesproßte gehöre zu einer einzigen, getheilten Person, denn darnach würden z. B. alle Trauerweiden Europas zu demselben Individuum zu rechnen sein. Aber auch die Meinung De la Hire's, welcher Linné, Jussieu, Decandolle u. A. beistimmten, daß jeder letzte Sproß einer Pflanze für eine Person zu halten sei, wonach sich die Pflanze einer Polypen-Colonie am Korallenstock vergleichen würde, ist wissenschaftlich unhaltbar, und die zuerst von Turpin und Schleiden ausgesprochene Ansicht, daß die Zelle das eigentliche Individuum sei, unbestreitbar. Die kern- und hüllelosen Protoplasma-Massen der Moneren werden wir daher kaum als Personen betrachten können und es wäre in der That fast unmöglich, diesen Begriff z. B. auf den Tiefseeschleim anzuwenden; die Idee der Persönlichkeit tritt erst mit der Begrenzung der Protoplasma-Massen durch Hülle und Kern in's Dasein, die Bildung der Einzelzelle aber mußte derjenigen des zusammengesetzten

Fig. 43.
Auf kurzem Stiele festgewachsene Acinete.
p Saugröhren, v zusammenziehbare Luft-Blasen (Vacuolen) im Protoplasma, n Zellkern, e ein junges Infusor (Tochterzelle).

Organismus, der in gewissem Sinne ein ganzer Personenstaat ist, nothwendig vorausgehen.

Die Einzelzelle erfährt nun aber die wunderbarste Ausgestaltung in der sehr formenreichen Abtheilung der sogenannten Aufgußthierchen oder Infusorien im engern Sinne, wie man sie nach Ausschluß mancher früher wegen ihrer mikroskopischen Kleinheit hierher gerechneten Gliederthiere oder Keime höherer Thiere nunmehr auffaßt. Die Zellhaut bildet und vertritt dabei allerlei Bewegungs-, Greif- und Sinnesorgane, wenn man sie bereits so nennen kann, der Zellinhalt mit seinem Kern stellt Leib und Seele dar, so daß wir hier mit Recht von einer Zellseele sprechen. Aus der großen

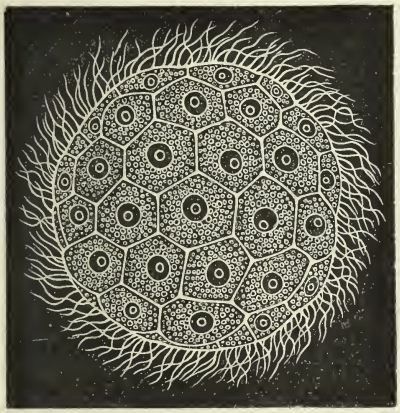


Fig. 44.
Magosphära planula.

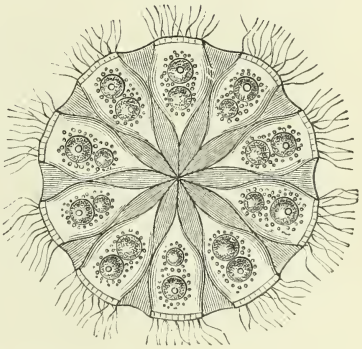


Fig. 45.
Dieselke im Durchschnitt.

Mannigfaltigkeit der Formen greifen wir als Beispiel der festgewachsenen Infusorien eine Acinete heraus, welche mit ihren starren, nadelförmigen Röhren mikroskopische Wesen, die denselben zu nahe kommen, festhält und aussaugt. Sie pflanzen sich ungeschlechtlich durch Theilung, oder Bildung von Tochterzellen (Sporen) fort, und erfüllen mit ihren Verwandten stehende Gewässer in großer Zahl und Formen-Reichthum (Fig. 43). Die Luftblasen (Vacuolen), die man hier, wie im Körper der meisten Infusorien bemerkt, dienen nach den neueren Untersuchungen Engelmanns dazu, um durch ihre Zusammenziehungen und Ausdehnungen die Bewegungen des Körpers und seiner Flüssigkeiten zu erleichtern, weshalb diese Thätigkeiten bei schwimmenden Infusorien rhythmisch erfolgen.

Später werden wir bei einer andern Gelegenheit noch mit anderen Infusorien, den sogenannten Glockenthierchen oder Vorticellen (Fig. 68) bekannt werden, die wie Blumen auf zusammenziehbaren Stielen stehen, und mit ihren Randwimpern Wirbel unterhalten, die ihnen Nahrung zuführen. Während

diese einzelligen Protisten in der Mannigfaltigkeit ihrer äußern Formen oft an gewisse einzellige Algen erinnern, die den zusammengesetzten Bau höherer Pflanzen nachahmen, finden wir auch mehrzellige Wesen in ihrer Nachbarschaft, die einen Anlauf zu dem Aufbau eines wirklichen zusammengesetzten Körpers nehmen, die aber keine höhere Stufe erreichen, weil alle Zellen gleichwerthig bleiben, und eine den höhern Rang zusammengesetzter Organismen

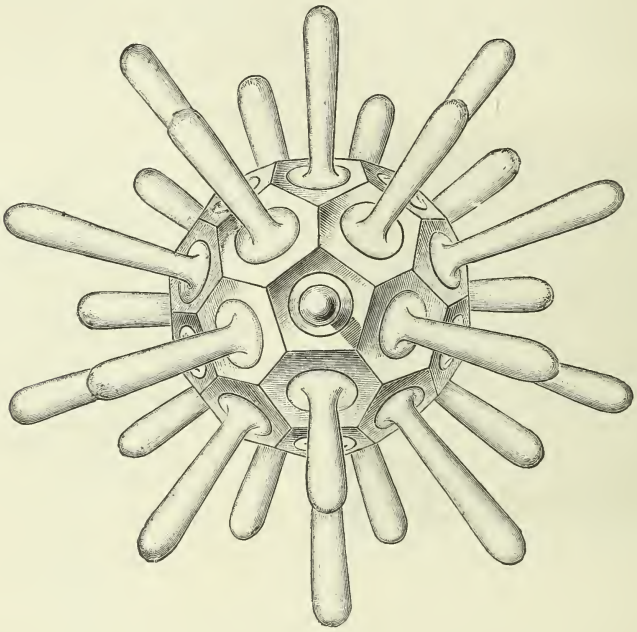


Fig. 46.
Rhabdosphäre.

bedingende Arbeitstheilung unter den einzelnen Zellen nicht stattfindet. Sie bilden vielmehr blos schwimmende, zu einer Gallertkugel vereinigte Gemeinden (Cönobien), wie wir es bei der abgebildeten Flimmerkugel sehen, die Häckel an der norwegischen Küste entdeckte (Fig. 44, 45).

Diese Gesellschaften lösen sich gelegentlich auf und die einzelnen Zellen schwimmen darauf eine Zeit lang selbstständig umher und gleichen dann Wimper-Infusorien (Ciliaten). Später sinken sie auf den Meeresgrund nieder und verwandeln sich in nackte, amöbenartig umherkriechende, fressende Zellen (wie Fig. 40), die nach einem hinreichenden Wachsthum sich einkapseln und durch wiederholte Theilung in 2, 4, 8, 16, 32 u. s. w. Zellen zerfallen, die ein neues Kugelwesen darstellen. Damit ist der überaus einfache Kreislauf ihres Lebens geschlossen. Wahrscheinlich gehören hierher auch die äußerst

zierlichen Rhabdosphären, die man auch wohl zu den Kalkalgen rechnet, und von denen wir eine der durch ihre regelmäßige polygone Form ausgezeichnete Art, die bei der Challenger-Expedition gefunden wurde, an dieser Stelle abbilden (Fig. 46).

Die oben erwähnten Flimmerkugeln bilden ein Uebergangsglied von den eigentlichen Infusorien zu einer Klasse von Urwesen, die man als zu-

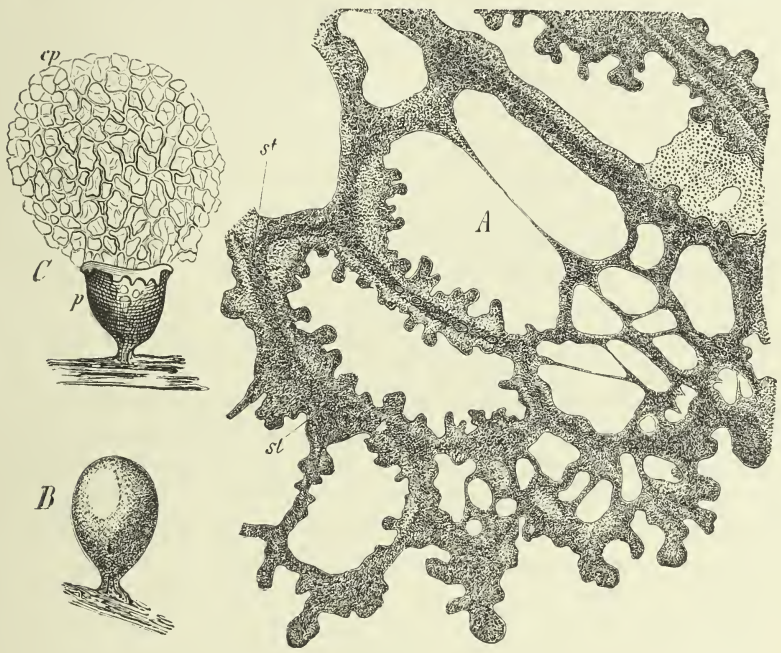


Fig. 47.
A Breikörper eines Schleimpilzes (Didymium leucopus) nach Cienkowsky, 350 mal vergrößert. B u. C Geschlossene und aufgesprungene Sporenkugeln eines andern Schleimpilzes (Arcyria), nach de Bary, 20 mal vergrößert.

sammengesetzte Amöben (Synamöben) bezeichnen möchte, obwohl bei ihnen eine völlige Verschmelzung stattfindet, wobei zeitweise sogar die einzelnen Kerne der Amöben sich wieder auflösen, so daß ein gleichmäßiger Brei entsteht. Auf den Massen ausgenützter Eichenlohe, welche die Gerber aufhäufen, wie auf faulem Holze und verwesenden Vegetationsresten des Herbstes, sieht man rundliche Massen von milchrahmartiger Beschaffenheit und weißer, gelber oder röthlicher Farbe auftreten, mitunter Ausdehnungen annehmen, daß man sie nicht mehr mit der Hand bedecken kann, die Lohblüthe oder Hexenbutter, welche zu der lange räthselhaft gebliebenen Abtheilung der Schleimpilze oder Myxomyceten gehören. Wenn man die Lohblüthe oder die verwandten Wesen, welche Fig. 47 zeigt, bei ihrem ersten Auftreten überrascht,

so kann man sie ähnliche Fäden und Maschen bilden sehen, wie den Tiefseeschleim; die körnige Flüssigkeit bewegt sich lebhaft in denselben und mitunter hat man das ganze Gebilde an dem Stamm eines Baumes, oder an den feuchten Wänden eines Blumentopfes 1—2 Fuß hoch in die Höhe klettern sehen, wenn in der Höhe vorhandene Feuchtigkeit das Protoplasma reizte, sich dorthin zu bewegen. Nachdem die Masse sich zu einem gleichmäßigen Brei vereinigt hat, der eine mit Höhlungen erfüllte Kugel oder einen flachen Kuchen darstellt, beginnt sie eine Art Oberhaut, die lediglich aus dichterer Protoplasma-Masse besteht, auszusondern und zerfällt innerhalb derselben in unzählige Kügelchen, die wiederum eine dichtere Hülle zeigen, also den Sporen der Pilze vergleichbar sind. Das Innere des Kuchens erscheint zu einem trocknen Staube zerfallen, der Monate lang diese Gestalt bewahren kann. Allein wenn warme Feuchtigkeit auf ihn wirkt, verläßt das Protoplasma die Hülle, in welche es sich zum Schlafe zurückgezogen; es schlüpfen aus ihr von Neuem bewegliche Schleimmassen aus, die sich bald zur Gründung einer neuen großen Gemeinde zusammenfinden.

Diese Schleimmassen erscheinen unter günstigen Umständen so plötzlich, daß man lange gemeint hat, und hier und da noch glaubt, sie seien meteorischen Ursprungs, freie Geburten der Luft, die unter Licht- und Feuer-Erscheinung zur Erde niederfallen. Man besitzt eine große Anzahl, im Ganzen wenig glaubwürdiger Nachrichten, daß nach dem Niedergange eines Meteors an bestimmten Orten derartige Massen in üppiger Entwicklung beobachtet worden seien, und schloß daraus, daß jene Weltkörper trotz ihres Erglühens die Keime derselben glücklich und unversehrt auf die Erdoberfläche gebracht haben müßten. Im Uebrigen theilen die Schleimpilze diesen Ruf eines höheren Ursprungs mit mehreren Algen der niedersten Art, namentlich den Nostoc- und Urkügelchen- (Protococcus-) Arten. Es würde der von Reichenbach, Nees von Esenbeck und andern Gesinnungsgenossen Okens gepflegten Annahme „meteorisch erzeugter Urwesen" hier nicht des Weitern zu gedenken sein, wenn nicht von verschiedenen Seiten die Ansicht ausgesprochen worden wäre, das erste Leben auf unsrer hinreichend erkalteten Erde müsse, wenn nicht erschaffen, mit den Trümmern einer andern Welt, durch Meteorstein-Eilpost auf unserer Erde angekommen sein. Daß Meteormassen größeren Umfangs möglicherweise eine niedre Lebewelt auf ihrer Oberfläche entwickelt haben könnten, wäre nicht undenkbar, zumal Wöhler und andere Chemiker in ihren verglühten Massen organische Kohlenstoff-Verbindungen gefunden haben. Es muß indessen bemerkt werden, daß die neuerlich angeblich aufgefundenen Meteor-Organismen wahrscheinlich dem Gebiete der Selbsttäuschung angehören. (Vergl. S. 87.) Auch hat jene Annahme höchstens für die Frage nach dem Ursprung des irdischen Lebens, nicht aber des Lebens überhaupt Bedeutung. Soll damit nur der Urzeugungs-Vorgang auf eine erste Welt im Raume zurückgeschoben werden, so ist die Bemühung unnütz, denn was

auf einer ersten Welt entstehen konnte, wird auch auf einer zweiten und dritten Welt möglich sein, sollen aber für jene erste Welt besondre göttliche Schöpfungsacte in Anspruch genommen werden, so ist kein Grund vorhanden, dies nicht für die Erde ebenfalls zu thun. Der Idee mangelt gänzlich die Erhabenheit, welche ihre Erfinder für sie in Anspruch nahmen.

Die Schleimpilze dürften in der wasserbedeckten Urwelt wenig Boden gefunden haben und gehören wahrscheinlich einer spätern Entstehungszeit an, auch zeigt ihr Vermögen, sich einzukapseln und in Ruhezustände überzugehen, bereits einen ansehnlichen Fortschritt an. Nachdem diese Urwesen-Klasse lange Zeit für gänzlich alleinstehend gegolten, weil man weder wagte, sie von den Pflanzen, zu denen sie früher gerechnet ward, entschieden loszureißen, noch auch sie zu den Thieren zu stellen, ist nunmehr in den letzten Jahren durch die Untersuchungen von Famintzin, Woronin und Cienkowsky bewiesen worden, daß diese Urwesen durch Zwischenformen unmerklich mit den Pilzen verknüpft sind, welche letzteren freilich selber einen so abgesonderten Zweig des Gewächsreiches darstellen, daß man sie den Urwesen unmittelbar anreihen möchte.

Den Beweis des früher erwähnten Satzes, daß das Protoplasma, wie sein Name schon sagt, der ursprünglich lebende, die andern Körperbestandtheile, Organe und Gestalten aus sich herausbildende Lebensstoff sei, führen auf niederster Stufe die Kammer-Wurzelfüßler (Thalamophora). In der von Natur klaren Masse des Protoplasma sieht man stets Körnchen und Tröpfchen schwimmen, welche die Beobachtung seiner Strömungen erleichtern, es sind das sekundäre Erzeugnisse, Stärkekörnchen, Fetttröpfchen und dergleichen mehr, welche das Protoplasma abgesondert hat. Aber auch unorganische Stoffe löst diese, alle Geheimnisse des Werdens einschließende Lebensmaterie auf und scheidet sie als Mantel oder Hülle wieder ab. Und so sehen wir nun diese scheinbar gestaltlose, aber viele Kerne enthaltende Schleimmasse bald einkammerige, bald vielkammerige Hüllen von kohlensaurem Kalk ausscheiden und es werden die verschiedenen Wurzelfüßler oder Rhizopoden darnach auch in Einkammerige (Monothalamia) und Vielkammerige (Polythalamia) eingetheilt. Die Kammern sind bald in Form einer Linie, eines Kreises oder Kegels, bald zur Gestalt eines Posthorns oder einer Thurmschnecke, bald ein- oder mehrreihig in der unendlichsten Mannigfaltigkeit aneinandergereiht (Vergl. Fig. 48 und 49). Das die zusammenhängenden Kammern erfüllende Protoplasma umgiebt sich, je nach seiner Eigenart mit tausenderlei verschiedenen Architekturen, die an Zierlichkeit und Mannigfaltigkeit dem Mummenschanz der Muscheln, Schnecken, Ammoniten und andrer Schalthiere in verkleinerter Gestalt durchaus nichts nachgeben, — eine mikroskopische Wunderwelt, in welcher sich auf niederster Stufe das Gestaltungsvermögen des Protoplasma's spiegelt, und in ihrer Weise nicht weniger bündig Zeugniß ablegt, für die Unerschöpflichkeit der Meeresformen,

als es für Plinius die Conchylien thaten. Darnach, ob diese Prachtwohnungen nach allen Richtungen von kleinen Fenstern durchbohrt werden, um den Protoplasma-Fäden, diesen Gelegenheitsfüßen und Händen, nach allen Seiten Austritt zu gestatten (Fig. 50) oder nur eine große Hauptpforte, wie die Ammoniten vor der vordersten Kammer besitzen, um auch dort oft

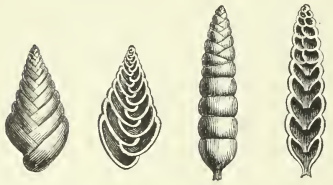


Fig. 48.
Enallostegen.

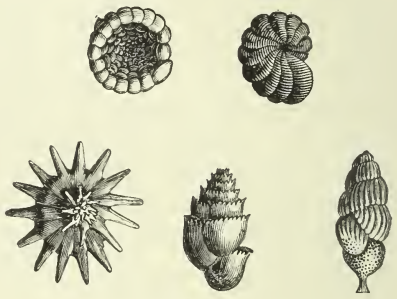


Fig. 49.
Helikostegen.

nur durch ein vergittertes Fenster mit der Außenwelt verkehren zu können (Fig. 51), unterscheidet man die beiden Hauptabtheilungen der Durchbohrten (Perforata oder Foraminiferen im engern Sinne) und der Undurchbohrten (Imperforata). Tafel V stellt eine Perforate noch stärker vergrößert dar.

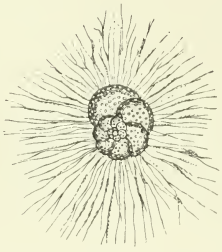
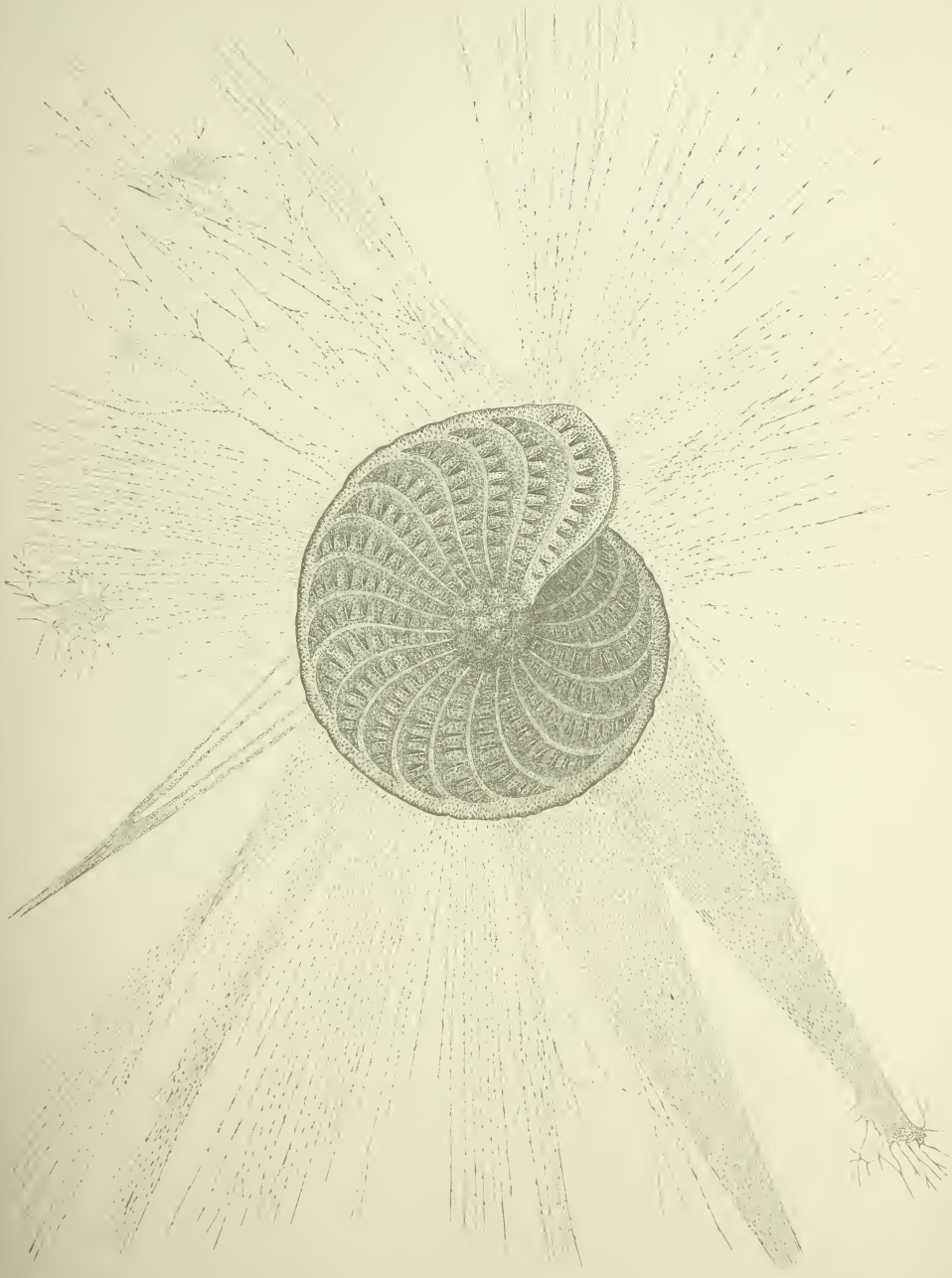


Fig. 50.
Perforate (Discorbina).

Fig. 51.
Imperforate (Miliola).

Die Vermehrung dieser merkwürdigen Urwesen findet einfach in der Weise statt, daß das Protoplasma in mehrere kernhaltige Stücke zerfällt, worauf jedes derselben den Bau eines neuen Hauses beginnt. Die Aneinanderreihung von Kammern, die alle durch Thüren oder Fenster zusammenhängen, gehört zu den einfachsten Bauplänen, die sich denken lassen, und das Zusammenschließen derselben zu schneckenhausartigen Spiralen läßt sich leicht durch die größere Festigkeit und Unangreifbarkeit solcher Gebäude aus dem Nützlichkeitsprinzip erklären. Der Styl des Einzelnbaues giebt uns die



Polystomella strigillata.

(200fach vergrößert.)

Handhabe zu einer Klassifikation, wobei bereits mehrere tausend Arten solcher Kammerherren beschrieben worden sind. Da wir nun das Protoplasma, welches so verschiedene Baupläne verwirklicht, als das eigentliche, die Form erst bedingende Lebewesen betrachten müssen, so erkennen wir die Nothwendigkeit, schon in dieser unsichtbaren Welt tausende von Abänderungen

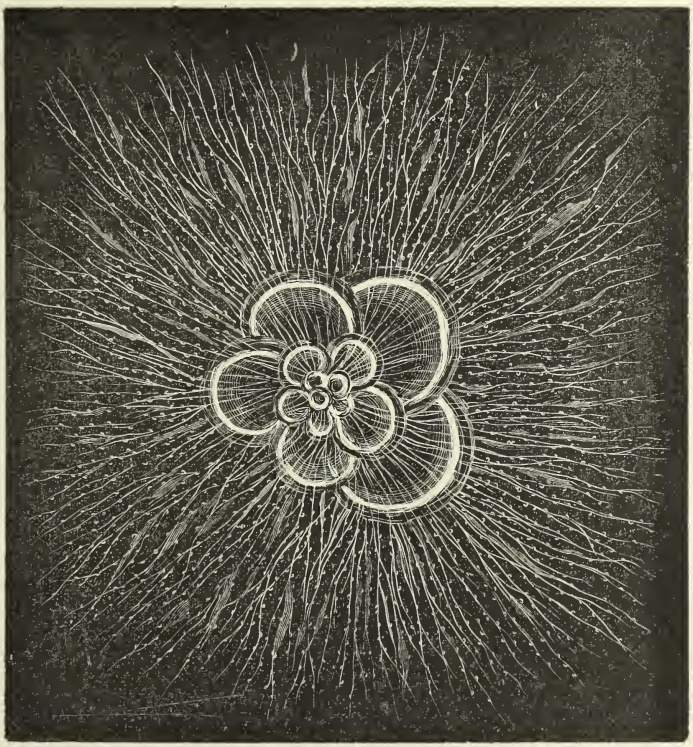


Fig. 52.
Lebende Globigerine (nach Häckel).

des Protoplasmas annehmen zu müssen. Die Artenzahl der Foraminiferen wird indessen weit übertroffen durch die Massenhaftigkeit ihres Vorkommens. In einer Handvoll Sand von der italienischen oder westindischen Küste berechneten Max Schultze und d'Orbigny auf die Auszählung eines kleineren Theiles gestützt, ein bis drei Millionen Individuen!

Während die meisten Kammerwesen ihr Dasein auf dem Meeresboden kriechend verbringen, giebt es doch auch viele schwimmende Gesellschaften, wie z. B. die Globigerinen und Haftingerinen (Fig. 52 und 53), deren Schalen natürlich nach dem Tode ebenfalls zu Boden sinken. Urwesen dieser Klasse waren es wohl zuerst, die eine Ausscheidung gelöster mineralischer Theile,

namentlich von kohlensaurem Kalk und Kieselsäure, aus dem Urmeer begannen, indem sie ihre Schalen auf dem Meeresboden aufhäuften und dadurch in unendlichen Zeiträumen Schichten von bedeutender Mächtigkeit erzeugten.

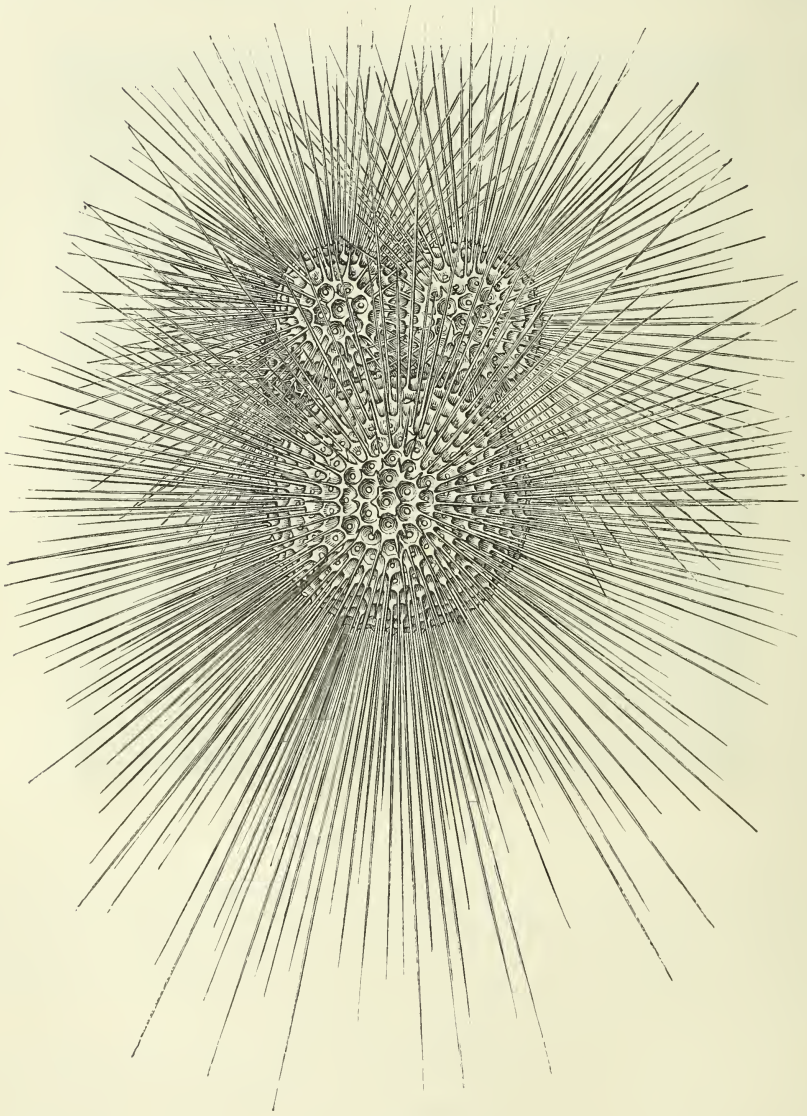


Fig. 53.
Hastingerina Murrayi, ein Polythalam, dessen Kalkschale überall mit haarfeinen, sehr langen Kalkstacheln bewaffnet ist. (Stark vergrößert.)

Dieser Prozeß, von welchem die Tiefseeforschungen unserer Zeit gezeigt haben, daß er auch heute ununterbrochen fortdauert, übte zwar in der Sekundärzeit den mächtigsten Einfluß auf die Umgestaltung der Erdrinde, allein es ist wohl kein Zweifel, daß er bereits in der Primordialzeit begann. Wir haben Ursache, die meisten Kalklager, auch die der ältesten Zeiten, der Abscheidungsthätigkeit lebender Wesen zuzuschreiben, wenn wir auch in den durch Druck, Heißwasser und Erdwärme umgewandelten älteren Sedimentschichten oft nicht mehr im Stande sind, die Formen der Gehäuse wie in späteren Meeres-Ablagerungen zu erkennen. Angehörige dieser Urwesen-Abtheilung waren es, welche in späteren Zeiten durch Anhäufung und Verkittung ihrer theilweis zertrümmerten Gehäuse jene mächtigen Kreidefelsen aufbauten, denen England

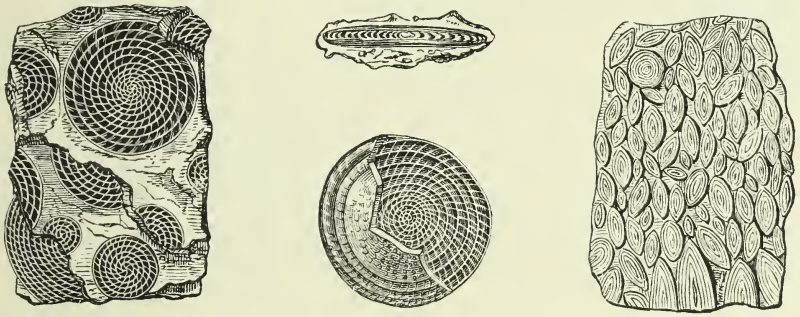


Fig. 54.
Nummuliten in natürlicher Größe.

den Namen Albion verdankt und die auf der Insel Rügen in pittoresken Formen das Meer beherrschen. (Siehe Fig. 18.) Es waren dieselben Architekten, die mit ihren vielkammerigen Palästen, das Material der Pariser Prachtbauten, der Sophienkirche, wie der ägyptischen Pyramiden gebildet haben. Das Gestein der letzteren ist aus den Wohnungen einer der riesigsten aller Rhizopoden-Gattungen zusammengesetzt (Nummuliten-Kalk), deren Schalen zuweilen einen Zoll im Durchmesser erreichen, und deren kleinere Arten zu Strabo's Zeiten für versteinerte Linsen gehalten wurden, die von der Nahrung der Pyramiden-Erbauer an dem Gesteine hängen geblieben seien. (Vergl. Fig. 54.) Dagegen sind die Rhizopoden-Schalen, welche den Kalkstein von Gentilly bei Paris zusammensetzen, so klein, daß man ihrer fünf Milliarden auf den Cubikfuß rechnet.

Es mußte der Naturphilosophie, wie der vergleichenden Vorwesenkunde zur höchsten Genugthuung gereichen, als vor etwa zwanzig Jahren der canadische Geologe Logan in den tiefsten Gneisschichten des laurentischen Systems am Ottawaflusse in Canada große Knollen im eingelagerten Urkalk entdeckte, welche auf dem Durchschnitt das dunklere Bild eines zusammengedrückten,

vieläſtigen entblätterten Strauches zeigten, welches man für die Verſteinerung eines Kammer-Rhizopoden halten konnte. (Fig. 55.) Die gewiegteſten Kenner der mikroſkopiſchen Struktur bei foſſilen Organismen, Carpenter, Gümbel, Jones, Dawſon, traten der Meinung des Entdeckers bei, daß man die Spuren eines Urweſens vor ſich habe, und zwar eines rieſigen Wurzelfüßlers, deſſen perlſchnurartig aneinander gereihte Kalkkammern die langen gebogenen Aeſte des Buſches darſtellen. Die Freude über den lange entbehrten Fund eines ſo alten und in der Stufenleiter der organiſchen Bildungen ſo tiefſtehenden Lebeweſens prägte ſich in der poetiſchen Namengebung aus, indem man daſſelbe als die canadiſche Morgenröthe des Lebens (Eozoon canadense) begrüßte, welcher Namen der Verſteinerung geblieben iſt, obwohl ſie dann ſpäter in zahlreichen Urkalkſchichten Europa's ebenfalls aufgefunden wurde. Man glaubt, daß dabei in der Weiſe, wie man anatomiſche Präparate anfertigt, eine Ausfüllung der Kalkkammern mit dunkelgrünem Serpentin ſtattgefunden habe. In neuerer Zeit iſt indeſſen der organiſche Urſprung dieſes Gebildes namentlich durch genaue Unterſuchungen von Möbius ſtark in Zweifel gezogen, und daſſelbe mit aller Entſchiedenheit für ein dendritenartiges Mineralgemenge erklärt worden. Damit iſt die Frage aber noch keineswegs entſchieden, und man muß ſich erinnern, daß die von demſelben Naturforſcher mit gleicher Beſtimmtheit vorgebrachte Behauptung, daß der Tiefſeeſchleim nur gallertartiger Gyps ſei, ſich keineswegs bewährt hat. Die Entſcheidung muß unparteiiſchen Forſchern vorbehalten bleiben.

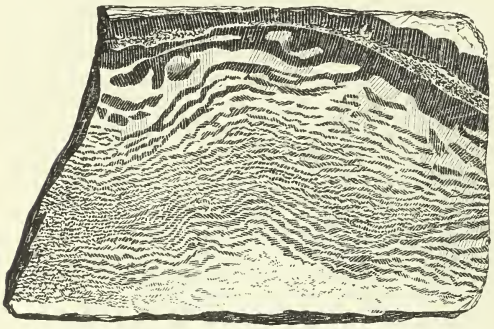


Fig. 55.
Sogenanntes Eozoon canadense.

Neben den kalkſchaligen Kammerweſen begegnen wir im Meere ähnlichen mikroſkopiſchen Wurzelfüßlern; welche ihr Gehäuſe aber nicht aus Kalktheilchen, ſondern aus Kieſelſteinmaſſe erbauen und wegen ihrer ſtrahligen Grundform Radiolarien, oder wegen des durchbrochenen Skeletes Gitterthierchen genannt wurden. Sie bieten ebenfalls ein beſondres erdgeſchichtliches Intereſſe dar, weil ihre Schalen, wie in neueſter Zeit feſtgeſtellt werden konnte, den Hauptantheil an der Bildung der Feuerſteine genommen haben, die meiſtens ſchichten- und neſterweiſe im Kreidefelſen auftreten. Obwohl den Kammerweſen nahe verwandt, erheben ſie ſich doch nach manchen Richtungen entſchieden über dieſelben. Bei vielen von ihnen wird die zierliche Kieſelſchale durch Umfließen derſelben mit dem lebendigen Schleim zu einem innern

Skelet, welches uns dann nur um so deutlicher das reiche Innenleben, die zahlreichen Strömungen in diesen mikroskopischen Tröpfchen vergegenwärtigt. Im Mittelpunkte des anscheinend ebenfalls formlosen Schleimes erblicken wir eine von einer festen Haut umschlossene Centralkapsel (Fig. 56). In ihr bilden sich die kleinen Fortpflanzungszellen durch ungeschlechtliche Theilung,

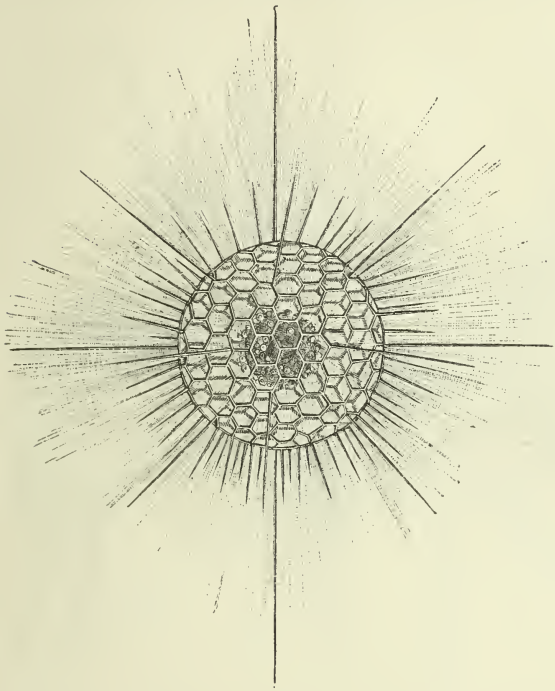


Fig. 56.
Heliosphära actinota (lebend). Von der Gitterkugel strahlen zwischen den Pseudopodien zahlreiche Kieselstacheln aus, im Innern des Gitters sieht man die Centralkapsel.

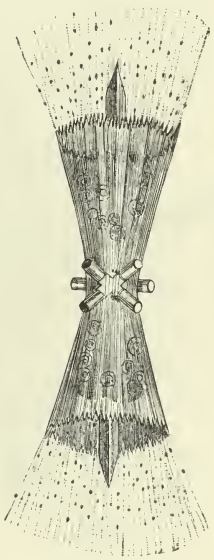


Fig 57.
Diploconus fasces (lebend). Die Kieselschale gleicht einer Sanduhr, in deren Achse ein beiderseits zugespitzter Stab steht.

erhalten eine Geißel und schwärmen, später die Schale durchbrechend, aus. Außerhalb der Centralkapsel finden sich meistens noch eigenthümliche gelbe Zellen, welche Stärkemehl enthalten, von denen wir bald (S. 128) sprechen werden. Bei einigen Arten ist die Centralkapsel durch mehrere einander umfangende Kieselschalen geschützt, so z. B. bei Actinomma asteracanthion, wo ähnlich wie bei gewissen chinesischen Elfenbeinschnitzereien, drei solcher Kugeln in einander stecken (Fig. 58). Sechs starke radiale Stäbe, die in dreikantige Stacheln enden, verbinden und halten dieselbe, während die äußerste Schale obendrein zahlreiche dünne Kieselborsten trägt. Mitunter ist die Schale, an diese letztere

Bildung anknüpfend, nur durch ein von diesen strahlenförmigen Trägern ausgehendes Skelet angedeutet, wie bei der äußerst zierlichen Xiphacantha Murrayana, deren zwanzig Stacheln, welche fünf parallele Zonen von je vier Stacheln bilden, ungefähr in der Mitte kreuzförmige Querfortsätze tragen, die zu einer polygonen Figur zusammenneigen (Fig. 60). Während bei der Mehrzahl dieser Gestalten eine krystallinische Starrheit, eine schneeflockenartige

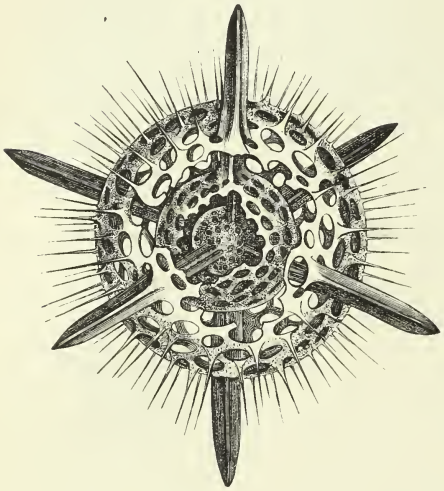


Fig. 58.
Skelet von Actinomma asteracanthion.

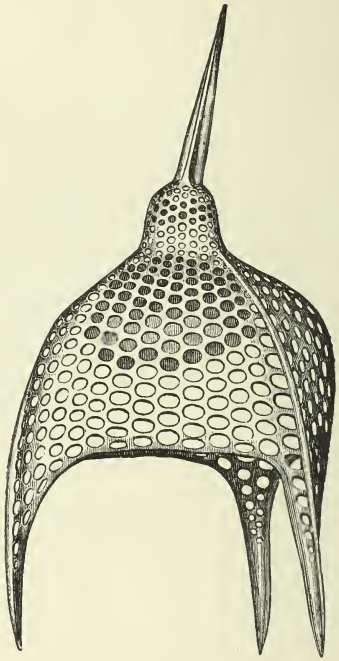


Fig. 59.
Skelet von Dictyophimus Challengeri.

Regelmäßigkeit der Bildung nicht zu verkennen ist, bieten doch andere mehr unregelmäßige Gestalten, wie das bei der Challenger-Expedition gefundene Helm-Radiolar (Fig. 59) und auch hier findet sich ein unermeßlicher Reichthum zierlicher Gestalten, von denen sehr zahlreiche Formen von Häckel in einer fortlaufenden Monographie beschrieben worden sind, zu welcher die neuesten Tiefseeforschungen immerfort weitere Nachträge geliefert haben. Theils an der Oberfläche, theils in tieferen Schichten des Meeres lebend, haben sich ihre winzigen Panzer in der Tertiärzeit an manchen Orten, z. B. auf den Nikobaren und auf der Insel Barbados, zu ganzen Bergen aufgethürmt.

Werfen wir einen Rückblick auf die Entwicklungsstufe, in welcher das Leben sich gleichsam einen eigenen Heerd schafft und sich von der Außenwelt

abschließt, um desto eigenartiger auf dieselbe zurückzuwirken, so müssen wir sagen, daß das unbewaffnete Auge nicht viel verloren haben dürfte, dadurch, daß die Urwesenwelt nur wenig Spuren von ihrem Dasein zurückgelassen hat. Denn wenn wir uns vorstellen, daß ein Durchschnittsmensch unserer Tage auf das erste Festlandsriff, welches sich aus dem warmen Urmeer einer neuen Welt erhebt, versetzt werden könnte, so dürften wir ohne Gefahr Tausend

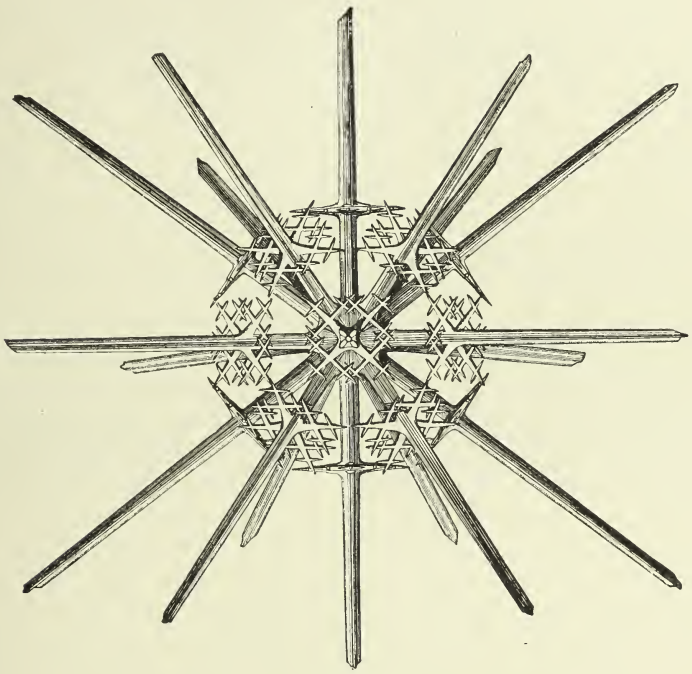


Fig. 60.
Skelet von Xiphacantha Murrayana.

gegen Eins wetten, er würde nichts von dem Vorhandensein einer lebendigen Welt in diesen Wassern ahnen; ein wenig gestaltloser Schleim, eine unförmliche Kalkmasse, wären vielleicht alles Sichtbare, was er in den Wassern erblicken könnte. Ein auf das Nahsehen eingerichtetes Auge würde freilich mehr beobachten können, denn der Reichthum jeder ersten Entwicklungsperiode besteht vorwiegend aus mikroskopischen Formen. Die grüne Farbe, welche die eine Hälfte der Lebewelt als ihr Abzeichen in Anspruch genommen, um später Meer und Festland damit zu schmücken, tritt erst schüchtern in winzigen Wesen hervor, von denen wir jetzt noch kaum wissen, ob wir sie mit Recht dem grünen Reiche zuzählen dürfen. In Unentschiedenheit, ein Spielball für müßige Streitlust, treten uns die Anfänge des Lebens entgegen. Von Arbeits-

theilung im Körperbau kaum Anfänge. Das Lebewesen theilt sich und bildet zwei oder mehrere gleichwerthe Wesen, bei denen man, auch wenn sie vereinigt bleiben, kaum sagen kann, hier ist die Mutter und dort die Tochter. Es ist eine Vermehrung, keine Fortpflanzung. Die Ausbildung eines geschlechtlichen Gegensatzes dürfen wir in diesen unbestimmten Lebewelten, die wir mehr nach unserer durch Verhältnisse der Jetztwelt genährten Phantasie, als nach ihren hinterlassenen Spuren uns ausmalen, kaum suchen. Sie dürften reicher an Anfängen gewesen sein, als sich im Kampfe um's Dasein bewährt haben, aber schon die beiden Hauptkreise der Lebensformen, die später so entschieden auseinander gingen, Pflanzen und Thiere, sind unter ihnen kaum zu unterscheiden, und es bleibt mehr Glaubens- als Wissenssache, ob wir Pflanzen und Thiere aus einer gemeinsamen Urform oder aus zweien oder mehreren hervorgegangen annehmen wollen. Wir sehen unter den niedern Pflanzen, wie unter den niedern Thieren gar manche Formenkreise, die auf einen verschiedenen Ursprung hinweisen (wir erinnern nur an die Pilze, die sich bei aller Aehnlichkeit des Auftretens nur schwer mit den grünen Sonnenkindern unter einen Hut bringen lassen), aber es bleibt unentschieden, ob ein frühes Auseinandergehen der Charaktere oder die Abstammung von verschiedenen Urformen die Ursache dieser fundamentalen Verschiedenheiten gewesen ist. So tritt uns das schwerlösliche Problem, welches sich später an den Namen Adam's knüpft, schon bei den Anfängen des Lebens entgegen. Hier wie dort ist es nicht so wichtig, um sich darüber in Grübeleien zu verlieren.

V.

Die Jugend der Pflanzenwelt.

(Algen.)

Was die Natur im Samen oder Ei
Erzeugt, ob Kraut, ob Riesenbaum es sei,
Ob fliegend Thier, ob kriechendes Insekt,
Im Feuchten wird zum Leben es erweckt.
Erasmus Darwin.

Eine allein aus den jetzigen Verhältnissen der Lebewelt abgeleitete Entwicklungsgeschichte der Welt müßte schon deshalb mit dem Pflanzenreiche beginnen, weil sein Vorhandensein heute als die unentbehrliche Vorbedingung des thierischen Daseins erscheint. Die Pflanze ist im Stande, von der Luft zu leben, aus Luft ihr Kleid zu weben; das Thier dagegen ist auf Pflanzennahrung angewiesen, wenn es nicht seines Gleichen verzehren will. Von den Urahnen der Thiere, wenn sie von denen des Pflanzenreichs wirklich verschieden gewesen sein sollten, muß daher angenommen werden, daß sie auf ähnliche Weise, wie noch heute die Pflanzen und wahrscheinlich auch manche Protisten, verstanden haben, von der im Wasser aufgelösten Luft und Kohlensäure zu leben, eine Fähigkeit, deren früher Verlust die Thierwelt zum Wüthen gegen die Pflanzenwelt und sich selber gebracht hat, worin aber vorzugsweise die Bedingungen des Vorganges liegen, den wir unter dem Namen des Kampfes um's Dasein als die stets gespannte Triebfeder des Fortschrittes in der Welt betrachten. Es ist also nicht die Annahme eines Vorsprungs, den wir der Pflanzenwelt auf die Erfindung des Lebens zuerkennen, sondern vielmehr die größere Einfachheit der hier zu betrachtenden Verhältnisse, welche uns veranlaßt, den Pflanzen zunächst unsere Aufmerksamkeit zu schenken. Diese größere Einfachheit stammt hauptsächlich daher, daß die Zellindividuen, welche sich zum gemeinsamen Leben als Pflanzen-Organismus anschickten, mehr republikanische und die des Thieres mehr monarchistische Neigungen befaßen; die ersteren strebten Bewahrung möglichster Selbstständigkeit, die letzteren Centralisirung an.

Im Meere und Süßwasser, sowie an andern Orten leben zahlreiche Arten von mikroskopischen Pflänzchen, deren gesammter Körper nur aus einer einzigen kernhaltigen Zelle besteht, die einzelligen Algen, die sich meist auf ungeschlechtlichem Wege, durch einfache Theilung vermehren. Nach den Verschiedenheiten ihrer Gestalt, Färbung und Lebensweise hat man sie verschiedenen Klassen zugetheilt, z. B. den Urkorn-Algen, Farbalgen, Schleimalgen, Diatomeen, Desmidiaceen u. s. w. Neben dem Chlorophyll oder Blattgrün, welches in Gestalt kleiner Körner in den Zellen enthalten ist, und den meisten Pflanzen ihr grünes Aussehen verleiht, kommen in den einzelligen, wie in den mehrzelligen Algen häufig goldgelbe, bräunliche, purpurrothe und blaue Farbstoffe vor, welche oft die grüne Grundfarbe völlig verdecken, wie bei jener purpurrothen Schnee-Alge (Sphärella nivalis), die im ewigen Schnee der Alpen und der Polargegenden lebend, im Sommer meilenweite Flächen desselben durch die Unzahl ihrer Individuen scharlachroth färbt, oder der durch Nordenskiöld neu entdeckten purpurbraunen Alge des ewigen Eises (Ancylonema Nordenskiöldi) der dieser Forscher einen wesentlichen Antheil an dem Abschmelzen der großen Eisanhäufungen der Pole zuschreibt, weil sie vermöge ihrer dunklen Farbe sich stark in den Sonnenstrahlen erwärmt.

Ein besondres Interesse haben in neuerer Zeit gewisse goldgelb oder grün gefärbte einzellige Algen des Salz- und Süßwassers erregt, deren Lebenszähigkeit so groß ist, daß sie in den Körper durchsichtiger lebender Thiere einwandern und dort in den Strahlen des durch die Oberhaut einfallenden Lichtes weiter gedeihen, sich vermehren und zuletzt einen großen Theil der innern Gewebe des Thieres erfüllen (Fig. 61). Schon im Jahre 1871 hatte Cienkowsky bemerkt, daß die oben (S. 123) erwähnten gelben Bläschen im Körper der Radiolarien, den Eindruck von außen eingedrungener, einzelliger Algen machten, da sie manchmal gänzlich fehlen, während sie andrerseits den Tod des beherbergenden Wesens überleben. Aber obwohl Häckel im Einklange mit dieser Wahrnehmung beobachtet hatte, daß die gelben Zellen der Radiolarien Stärke produciren, und O. Hertwig, daß ähnliche algenartige Gebilde im Körper verschiedener Seerosen vorkommen, war der Gedanke eines derartigen Zusammenlebens von Pflanze und Thier doch zu fremdartig, um sogleich anerkannt zu werden. Erst vor einigen Jahren wurde durch Geza Entz in Klausenburg und K. Brandt in Berlin der volle Beweis erbracht, daß zahlreiche Arten von Wasser-Thieren, namentlich Infusorien, Polypen, Korallen, Quallen und Würmer den gelben und grünen einzelligen Algen, die sie in ihre durchscheinenden Körper aufnehmen, ihre gelbe, grüne oder bläuliche Färbung verdanken, und von ihnen zum großen Theile miternährt werden. Die Algen zersetzen unter dem Einflusse des Sonnenlichtes, die im Wasser enthaltene, und zum Theil von den Thieren selbst ausgeschiedene Kohlensäure, und bereiten Stärkemehl und andre Produkte daraus, von denen die Thiere mitzehren. Es findet somit ein ähnliches Gegenseitigkeits-Ver-

hältniß statt, wie wir es später bei den Flechten kennen lernen werden, deren Körper aus einzelligen Algen und Pilzfäden zusammengewoben ist, nur daß die Bedingungen des Zusammenlebens (der Symbiose) bei Pflanze und Thier noch günstiger sind, denn das Thier braucht zu seinem Lebensunterhalt Nahrungsstoffe und Sauerstoff und scheidet Kohlensäure aus, die Pflanze aber braucht umgekehrt Kohlensäure, erzeugt feste Nahrungsstoffe und Sauerstoff. Der große von der Pflanzenwelt zur Thierwelt gehende Kreislauf des Sauerstoffs in der Natur erfolgt somit hier im engsten Cirkel. Das Thier

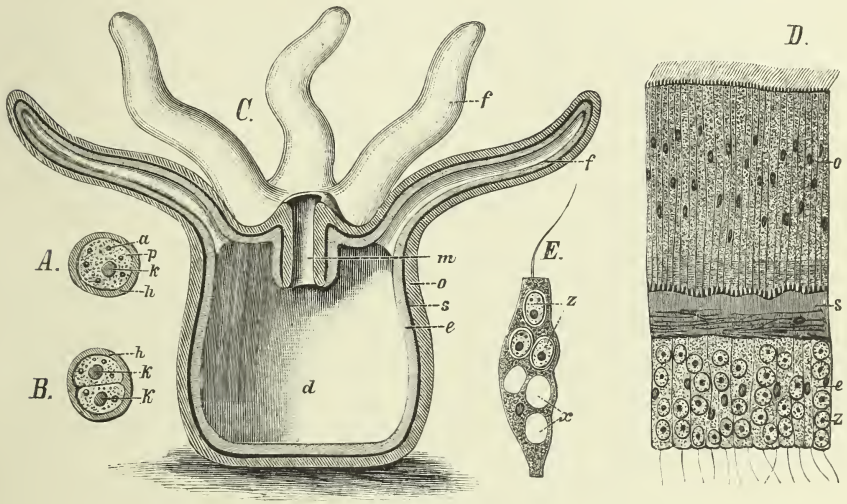


Fig. 61.
Einzellige Algen im Körper einer Seerose.

A. Die einzellige Alge. B. Dieselbe in Theilung begriffen; k Zellkern, h Zellhaut, a Chlorophyllkörnchen, p Protoplasma. C. Schematischer Durchschnitt einer Seerose. D. Querschnitt durch die Wandung. f Arm, m Mundöffnung, d Leibeshöhle, o Hautblatt, s Mittelblatt, e das die Algen beherbergende Magenblatt. z eingewanderte Algen. E. Einzelzelle aus dem Magenblatt; z eingewanderte Algen, x Hohlräume, aus denen die Algen herausgedrückt sind. (D. E. A. B. fortlaufend stärker vergrößert.) Nach O. Hertwig.

ist seinerseits im Stande, die seinem Körper eingelagerten Algen willkürlich dem Lichte auszusetzen und so haben auch die Pflanzen einen Vortheil von der Aufgabe ihrer Freiheit. Von besonderem Interesse ist hierbei die offenbar auf beiden Seiten stattgefundene Anpassung an die gemeinsame Wirthschaftsführung, von der wir in complicirteren ähnlichen Fällen sehr bemerkenswerthe Resultate kennen lernen werden. Man kann die Eindringlinge in solchen Fällen jedoch nicht als Schmarotzer betrachten, sondern bezeichnet beide Wesen als Mutualisten. Natürlich kann das Gedeihen der Algen nur in solchen Thieren geschehen, die eine durchsichtige Oberhaut besitzen; niemals findet man lebende Algen in Thieren, deren durch dunkle Pigmente gefärbte Oberhaut kein Licht in die innern Gewebe hineintreten läßt.

Dieser merkwürdigen gegenseitigen Anpassung entspricht die Lebensweise der betreffenden Thiere. Geddes hatte schon vor Jahren beobachtet, daß an der französischen Küste lebende grüne Plattwürmer im flachen Wasser den hellen Sonnenschein aufsuchen, im Lichte Stärke und überschüssigen Sauerstoff produciren, und alsbald absterben, wenn sie fortgesetzt im Dunklen erhalten werden. Sie scheinen also die gewöhnliche Ernährungsweise der Thiere gänzlich verlernt zu haben, durchaus darauf angewiesen zu sein, sich die Sonne in den Leib scheinen zu lassen, und von dem Ertrage ihrer innern Gemüsezucht zu leben, während andre Algen aufnehmende Thiere auch ohne dieselben leben können. Jene Würmer sowohl, wie gewisse durch Algen olivengrün gefärbte Seerosen scheinen auch durch ihre lebhaften Bewegungen im Sonnenschein anzudeuten, eine wie angenehme Erregung es ihnen verschafft, wenn die Sonne in ihrem Innern Sauerstoff und Nahrungsstoffe erzeugt, ohne daß sie sich um Erlangung derselben zu mühen brauchen. Natürlich ertragen sie eine fortwährende Besonnung nicht, und die Radiolarien pflegen ihre gelben Zellen nur im gemildertem Tageslichte in die Höhe zu tragen, bei stärkerem Lichte aber wieder in die dämmernden Tiefen zu versinken.

Die Art der Einlagerung der einzelligen Algen in eine Seerose zeigt uns Figur 61. Wir sehen daselbst eine solche einzellige Alge zunächst für sich in stärkerer Vergrößerung und in Theilung begriffen dargestellt, ferner den schematischen Durchschnitt einer Seerose, deren Körperwandung aus drei Schichten besteht, von denen die innerste (das Magenblatt) die Algen in ihr Gewebe aufnimmt. Einige für sich dargestellte Gewebstheile zeigen die Einlagerungsweise deutlicher. Ganz ähnlich stellt sich die Einlagerung bei dem grünen Armpolypen unsrer Süßwässer, der durch sein Reproduktionsvermögen so bekannt geworden ist und bei den grünen Würmern dar. Doch darf man nicht glauben, daß alle grüngefärbten niedern Thiere durch Algen und Chlorophyll gefärbt seien, wie es andererseits nach Engelmann auch Thiere geben soll, die im Stande sind, ohne Vermittlung der Pflanzenzelle in ihrem Körper Chlorophyll zu erzeugen. Die ersteren durch das Isoliren und Fortleben der aus dem Gewebe herausgedrückten Algen über allen Zweifel erhobenen Fälle des engen Zusammenlebens von Pflanze und Thier gehören zu den lehrreichsten Beispielen von der Anpassungsfähigkeit der lebenden Wesen.

Zu den höheren einzelligen Algen rechnet man die Spaltpflänzchen (Bacillarien oder Diatomeen), die ihre Namen theils von ihrer Gestalt und theils von ihrer Vermehrungsweise empfangen haben. Unter dem Mikroskope zeigen sie eine reiche Formenwelt von krystallinischer Starrheit (Fig. 62). Es sind kleine Stäbchen, Schiffchen, Geigen, Halbmonde und andere zierliche Spielzeuge, die meisten mit durchschimmerndem Zellkern im Innern, während die zarte Reliefarbeit der Schale zum Prüfstein der vergrößernden Kraft guter Mikroskope sich darbietet. Die meisten dieser oft zu Tausenden neben einander

anzutreffenden Zellen sind mit einem harten Kieselpanzer umgeben. Der republikanischen Pflanzenzelle ziemt die stärkere Abschließung von der Außenwelt, und dieser Charakter hat sich hier einigermaßen versteinert. Natürlich bleiben feine Oeffnungen, durch welche hier, wie im organischen Reiche stets, der Flüssigkeits-Austausch stattfindet, und das Licht regt auch innerhalb dieser von organischer Masse erfüllten Kieselpanzer die Bildung von Chlorophyll und Stärke an, von denen das erstere, durch einen gelbbräunlichen Farbstoff

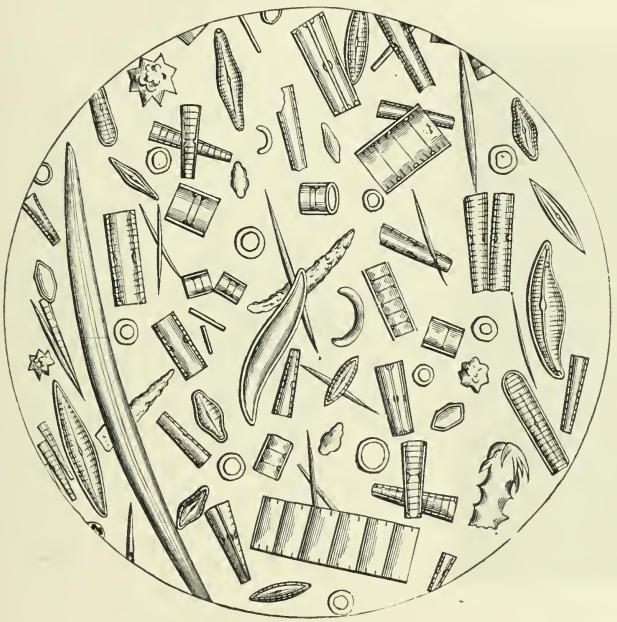


Fig. 62.
Diatomeen.

verdeckt, sich an der Innenwand der Zelle in zierlichen Streifen ablagert, ähnlich wie bei den nächst höheren Algen. Gleich den nahe verwandten Weichstäbchen (Desmidiaceen), welche keinen Panzer, sondern eine gewöhnliche Zellhaut abscheiden, sind diese Urpflänzchen symmetrisch aus zwei Hälften zusammengesetzt, und theilen sich bei der Vermehrung, wie die gewöhnliche Zelle, in diese zwei Hälften. Jeder Hälfte wächst dann schnell die fehlende andere Hälfte nach, und es sind wieder zwei Ganze vorhanden, die sich weiter theilen können, ohne daß man hier, wie beim Menschen, von einer „besseren Hälfte" reden dürfte. Indem dieser Vorgang sich in derselben Richtung wiederholt, bilden sich Individuen-Ketten. ähnlich wie bei den nahe verwandten Nostochinen oder Schleimalgen, von denen einzelne, wie die vielumfabelte Sternschnuppen-

Gallert, auch auf feuchtem Lande leben. Allein diese Kettenzellen, die perlschnurartig im Schleime liegen, bilden kein zusammengehöriges Ganze, die jungen Republikaner sind eben ihrer Entstehung entsprechend nur im Gänsemarsch aufmarschirt, Jeder ist sich selber genug.

Bei dieser wiederholten Zweitheilung, die in kurzer Zeit durch die Verdoppelungen eine ungeheure Personenzahl hervorbringen kann, fordert nun ein besonderer Umstand unsere Aufmerksamkeit heraus. Der Kieselpanzer wächst nicht, und wenn sich die Person getheilt hat, so fällt die jüngere nach-

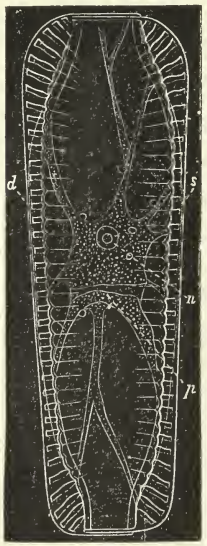


Fig. 63.
Surirella dentata.
n Der Zellkern,
p Protoplasma-Ströme.

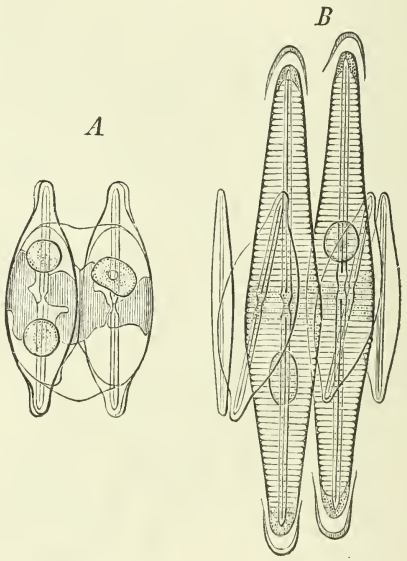


Fig. 64.
Auxosporen-Bildung von Frustulia saxonica.
A Die Vereinigung der beiden Diatomeen. B Die beiden über die ursprünglichen Schalen hinausgewachsenen Auxosporen.

wachsende Hälfte etwas kleiner aus, weil die ältere Mantelhälfte über die jüngere hinweggreift, wie der Deckel (d) einer Schachtel über ihren untern Theil (s Fig. 63). Die jüngere Hälfte ergänzt sich nach der neuen Theilung durch eine noch mehr verjüngte Hälfte, und so nimmt die Durchschnittsgröße der einzelnen Generationen stetig ab, bis sie endlich bei einem Minimum der Artgröße anlangt. Wie sich nun der Organismus hilft, um wieder zu seiner frühern Größe zu gelangen, hat zuerst Pfitzer beobachtet. Es lassen entweder die Kieselhälften den Inhalt heraustreten und das freigewordene Protoplasma umgiebt sich vorläufig mit einer weichen Haut, um heranwachsen zu können, oder zwei Kieselzellen vereinigen ihren Inhalt, um ein großes Individuum, eine Auxospore zu bilden oder es trennen sich nach der Vereinigung (bei

Frustulia, Fig. 64) die beiden Hälften wieder von einander und wachsen zu zwei Auxosporen heran, welche reichlich die doppelte Länge der früheren Zellen besitzen. Man nennt diesen Vorgang, der auch bei etwas höher stehenden, grüne Ketten oder Fäden bildenden Algen, die meist von Schleim umhüllt erscheinen, und im salzigen wie im süßen Wasser leben, wiederkehrt, eine Paarung (Copulation) und jene letzterwähnten Algen: Paarungs-Algen oder Conjugaten; auch ist man wohl berechtigt, darin ein Vorspiel der geschlechtlichen Erzeugung zu erblicken. Zwar ist hier nicht von der Vereinigung männlicher und weiblicher Zellen die Rede, sondern von derjenigen zweier geschlechtsloser Zellen, allein es ist immerhin ein Zusammenwirken zweier verschiedenen Individuen, bei welchem eine Kraft-Ergänzung und damit eine erhöhte Wirkung erreicht wird, und man kann aus Analogieen schließen, daß die Verschiedenheit der beiden an der Erzeugung der Auxospore betheiligten Personen von vortheilhaftem Einflusse für die Nachkommenschaft ist. Ja man könnte vielleicht noch weiter gehen und in ähnlichen Vorgängen der Urwelt, bei denen die Paarung zweier geschlechtsloser Zellen ein nothwendiges Ausgleichungsmittel der durch schnell wiederholte Zweitheilung drohenden Erschöpfung war, die entferntere, mechanisch wirkende Ursache zur Ausbildung eines geschlechtlichen Gegensatzes suchen. Jene Auxosporen oder Erstlingszellen der Bacillarien beginnen dann von Neuem ihren Zweitheilungsprozeß, der nun wieder stets kleinere und schwächere Zellgeschlechter zur Folge hat. So besteht bei ihnen das Leben jeder einzelnen Art unter einem stetigen Sinken der Nachkommen, die nur von Zeit zu Zeit ein neuer Aufschwung zur verlassenen Höhe der früheren Größe zurückführt.

Man könnte daran zweifeln, ob diese Spaltpflänzchen, welche jetzt in ungeheuren Massen auf dem Grunde süßer und salziger Gewässer leben, in der ältesten Vorwelt eine Rolle gespielt haben. Trotz der Kieselschalen, welche einzelne Arten, die dadurch zur Erhaltung geeignet werden, besitzen, scheinen sich keine derselben in den ältesten Urschiefern erhalten zu haben, in spätern Erdbildungsperioden dagegen traten sie mit einer, ihrer schnellen Vermehrungsfähigkeit entsprechenden Massenhaftigkeit auf, und nahmen, wie manche andre einfache Organismen, an dem Aufbau des festen Landes erheblichen Antheil. In der Lüneburger Heide findet man Schichten von vierzig Fuß Mächtigkeit, ja Berlin steht zum Theile auf Ablagerungen dieser Art, die eine Mächtigkeit von hundert Fuß erreichen. Die Tripelerde und der Biliner Polirschiefer verdanken der Massenhaftigkeit dieser Kieselschalen ihre Brauchbarkeit zum Putzen und Poliren, einzelne Erden, wie z. B. das schwedische Bergmehl und die sogenannten Kieselguhre, angeblich eine geringe, in den organischen Resten ruhende Nahrhaftigkeit, wie man wenigstens daraus geschlossen hat, daß die „erdessenden" Völker solche Kieselguhre zur Stillung ihres sonderbaren Appetites bevorzugen. Die Bedeutung der Lagerhöhen, von denen wir eben gesprochen, und des in ihnen weniger mit vereinten Kräften als durch

Anhäufung der Körper Erreichten, tritt erst zu Tage, wenn wir erfahren, daß ihrer Zehntausend dieser Stäbchen-Algen aneinandergelegt, nur die Länge eines Zolles einnehmen würden, und daß von manchen Arten eine Milliarde auf ein Gramm geht. Allein in der Vorzeit lebten größere Arten und in den Triasschichten findet man wahre Ungeheuer dieser kleinen Welt, linienlange Bactryllium-Arten neben dem Laube der höher entwickelten Meerestange, auf denen sie gelebt zu haben scheinen.

In Folge ihrer Vermehrungsweise durch in demselben Sinne wiederholte Zweitheilung hängen schon diejenigen niederen Algenformen, welche als Einzelzellen ihre volle Unabhängigkeit bewahren, häufig ketten- oder perlschnurartig zusammen, und bilden so im einfachsten Falle grüne Fäden, die oft im Lichte eine schwingende Bewegung vollführen. Allein bald mag sich ergeben haben, daß ein solches Zusammenleben doch auch seine Vortheile hat, denn wenn wir von einigen sonderbaren, nachher zu erwähnenden Fällen absehen, in denen selbst größere Algen scheinbar einzellig geblieben sind, so finden wir alle höhere Entwicklung erst durch die Vereinigung vieler Zellen zu einer zusammengesetzten Person erreicht, sofern erst dadurch eine wirkliche Arbeitstheilung möglich wird. Die selbstständig umherschweifende Einzelzelle zahlreicher Infusorien, die ihr Lebelang nur aus einer solchen bestehen, muß wie der Indianer, alle ihre Bedürfnisse selbst befriedigen, ihr eigener Bekleider, Ernährer und Wächter sein. Wir sehen an den unvollkommenen Leistungen des Indianers, daß bei einer solchen Tausendkünstelei nicht viel herauskommt und die Wissenschaft selbst, in der es nur noch Specialforscher, aber selten sogenannte Polyhistoren von Ruf giebt, beweist uns, daß Arbeitstheilung die erste Bedingung zum Fortschreiten und Vervollkommnen ist. Die Arbeitstheilung ist aber, wie gesagt, nur in einem Zellenstaate möglich und wir beobachten deshalb mit Erstaunen auch bei den Pflanzen das bei einigen Urwesen vorkommende merkwürdige Schauspiel, daß frei geborene Zellen in größerer Anzahl (bei Pediastrum, Hydrodiction u. A.) nachträglich zur Bildung eines Gemeinwesens zusammentreten, viel enger als die Ameisen, die einen Staat bilden. Die erste Arbeitstheilung, die man im Pflanzenreiche bei diesen, einfache Fäden oder Netze bildenden Gemeinwesen beobachtet, betrifft nun die Fortpflanzung und Erhaltung der Gattung. Während bei den einzelligen Algen jede Zelle Vater und Mutter zugleich ist, widmen sich hier einzelne Zellen ausschließlich dem Fortpflanzungs-Geschäfte, indem sie, wahrscheinlich von den Nachbarn miternährt, stärker auswachsen und Kraft aufsparen. Die andern Zellen gehen zu Grunde, während diese sich mit einer dicken Haut umgeben, und nach einer kürzeren oder längeren Ruhepause durch schnell wiederholte Doppeltheilung erst in zwei, dann vier, acht, sechszehn u. s. w. Zellen zerfallen, die einen neuen Zellenstaat bilden. Auch alle weitere Arbeitstheilung im Pflanzenreiche werden wir auf Wachsthum, Ernährung und Vermehrung allein gerichtet sehen, welche man deshalb auch die

vegetativen Lebensthätigkeiten genannt hat. Die Pflanze findet, festgewachsen oder im Wasser hin und her getrieben, ohne Mühe ihre Nahrung in der überall hindringenden Luft; das Thier muß sie aufsuchen, und bedarf dazu der Entwicklung von Sinnes- und Bewegungsorganen, die eine einheitliche, geistige Leitung erfordern. Die Entbehrlichkeit einer solchen Zusammenfassung für die von Luft lebenden Wesen gestattet das Maß größerer persönlicher Freiheit und Selbstständigkeit der Pflanzenzellen auch in den höheren Gewächsen.

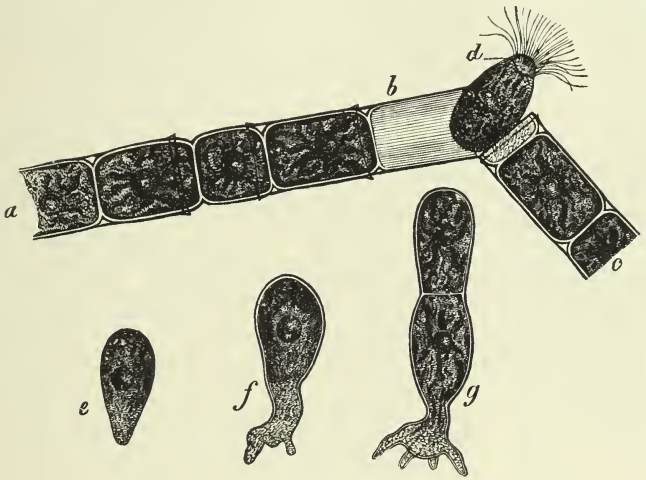


Fig. 65.
a, b, c, d Geburt einer Schwärmspore (d) bei einer Fadenalge, und e, f, g Keimung derselben.

Neben der Bildung jener ruhenden Keimzellen oder Sporen tritt als ein noch häufigerer Fall die Verjüngung einzelner Zellen zu sogenannten Schwärmsporen ein, die, mit ein, zwei oder vielen Wimperhaaren versehen, lebhaft sich drehend, die Freiheit suchen, nach stunden- oder tagelangem Schwärmen einen Anheftungspunkt im Wasser finden und dort durch Keimung oder Zelltheilung zu einer neuen (zusammengesetzten) Person auswachsen (Fig. 65). Der erste Botaniker, welcher diesen Vorgang im Jahre 1843 beobachtete, Unger, wagte seinen Augen nicht zu trauen, und glaubte, angesichts dieser lustig umherschwärmenden Keimzelle, in der That annehmen zu müssen, die Pflanze habe ein Thier geboren. Diese freie Bewegung der Fortpflanzungszellen mit Hilfe rudernder Auswüchse und Wimpern ist unter den niedern Pflanzen eine so allgemeine Erscheinung, daß man schon daraus auf einen gemeinsamen Ursprung mit dem Thierreiche, in welchem sie bleibend auftritt, schließen möchte.

Bei den zusammengesetzten Personen kann jene ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Sprossung nun auch Formen annehmen, die schon mehr an

die Knospenbildung der höheren Gewächse erinnern, es kann nämlich die Vermehrung der Knospenzelle oder Spore schon auf der elterlichen Person stattfinden, so daß dann gleich ein Zellenhäufchen in's Meer hinauswandert. Bei manchen Algen wechselt ferner die ungeschlechtliche Fortpflanzung mit jener Paarung nahezu gleicher Zellen, die wir oben erwähnten, ab. Tritt bei jenen unvollkommenen Vorbildern der Liebe schon ein Suchen und Sichfinden zweier Personen auf, so ist ein wahrer Fortschritt doch erst in der Vollendung einer wirklichen Arbeitstheilung auch auf diesem Gebiete, in der Ausbildung rein weiblicher (empfangender) und rein männlicher (befruchtender) Zellen gegeben. Wir können die einzelnen Vorstufen dieses Vorganges, die sich bei verschiedenen Algen nachweisen lassen, nicht im Einzelnen verfolgen, sondern wollen ihn nur in seiner Vollendung bei der häufigsten Alge unserer Küsten, dem nach seinen blasenförmigen, das Schwimmen erleichternden Auftreibungen sogenannten Blasentang (Fucus vesiculosus, Fig. 66) betrachten, wobei wir uns der Zeichnungen und Beschreibungen Thuret's, des genauesten Beobachters dieser Vorgänge bedienen. (Vgl. Tafel VI.) Die Familie der Fucoideen oder Brauntange enthält meistens olivengrün gefärbte und blattartig verbreiterte, oft gablich verzweigte Algen, die im seichten Meeresgrunde wurzeln, bis zur Oberfläche wachsen und entweder männliche und weibliche Zellen auf demselben Stocke erzeugen, oder auf verschiedenen, wie im vorliegenden Falle. Wir sehen an einzelnen Zweigspitzen maulbeerartige Häufungen kleiner Behälter, deren jeder sich später mit einer kleinen Mündung nach Außen öffnet. Bringt man Längsschnitte dieser Kammern unter das Mikroskop, so sieht man sie mit gegeneinander geneigten Zellhaaren erfüllt, zwischen denen sich bei der weiblichen Pflanze größere eiförmige Mutterzellen (Tafel VI. C), bei der männlichen kleinere längliche Mutterzellen (D) entwickeln.

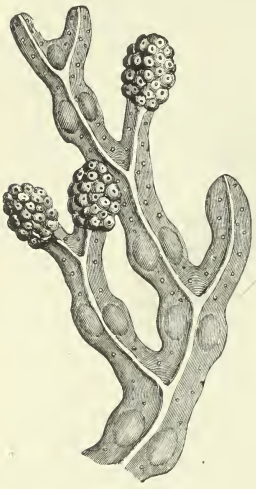
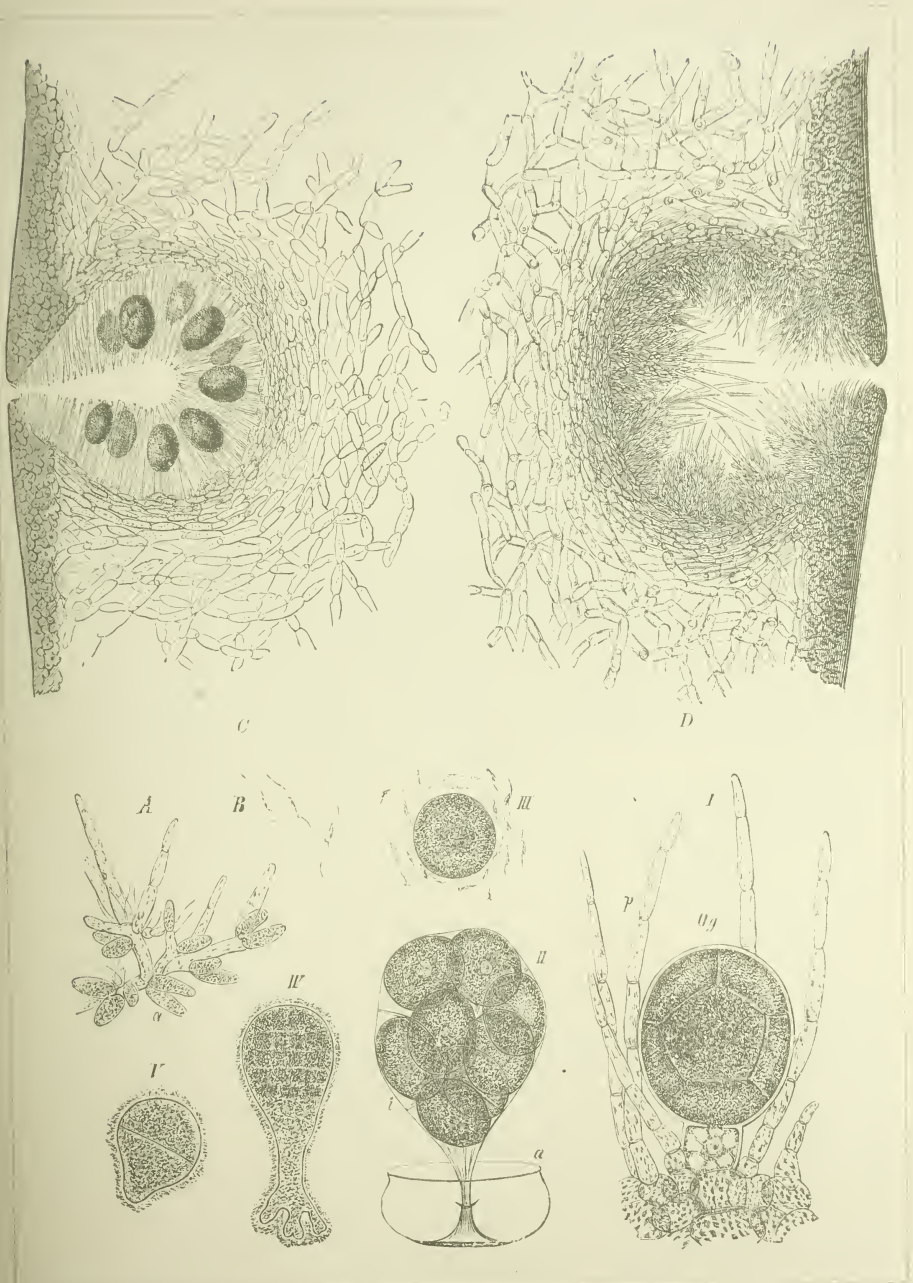


Fig. 66.
Fucus vesiculosus.

Jede der großen Zellen der weiblichen Pflanze bildet in ihrem Innern acht weibliche Tochterzellen aus (I. Og.), die endlich aus ihrer zerreißenden Doppelhülle ausschwärmen (II), und darauf von den kleinen, mit Wimpern versehenen männlichen Zellen (Spermatozoiden) umschwärmt werden, die inzwischen in den sogenannten Antheridangien (A. a) gereift und mit der Lebhaftigkeit wimpertragender Infusorien ausgeschwärmt sind (B). Man hat die Begegnung mit der Eizelle unter dem Mikroskope bewirkt, und gesehen, wie sie sich in Schaaren um dieselbe drängten, sich anhefteten und sie in eine schnelle, erst nach einiger Zeit aufhörende Drehung versetzten (III). Die Be-



Fortpflanzung und Keimung des Blasentang.

fruchtung erfolgt, indem einer oder einige dieser Spermatozoiden in die hautlose Eizelle eindringen, und so eine Verschmelzung des beiderseitigen Bildungsstoffes bewirken. Die befruchtete Eizelle umgiebt sich erst jetzt mit einer festeren Haut, setzt sich nach kurzem Umherschwimmen irgendwo fest, und wächst durch Zellentheilung zu einer jungen Pflanze aus (IV. V). Es rechtfertigt sich ein genaueres Eingehen auf diesen Befruchtungsvorgang, weil er nicht nur in ganz ähnlicher Weise bei vielen blüthenlosen Pflanzen wiederkehrt, sondern auch bei allen eigentlichen Thieren bis zu den höchsten hinauf, fast genau ebenso verläuft, wie bei dieser Alge, während er bei den höheren Pflanzen abweichende Wege einschlagen mußte, weil dort die Befruchtung nicht ebenso im Feuchten vor sich gehen konnte. Man ersieht hieraus, wie auch in dieser Beziehung Pflanzen und Thiere in ihren Anfängen einander nahestanden, so nahe, daß wir an einer verhältnißmäßig niedrig stehenden Pflanze eines der größten Mysterien des thierischen Lebens mit erledigen können, ohne genöthigt zu sein, später nochmals auf dasselbe zurückzukommen. Gewiß dürfen wir es als ein großes Jubeljahrtausend der organischen Entwicklung betrachten, jenes Zeitalter, in dem sich dieser Vorgang bei niedern Pflanzen und Thieren zum ersten Male in dieser Vollendung vollzog. Er hat keinen Sänger gefunden, der das große Ereigniß feierte und doch sollte man denken, ein wonniger Schauer müsse das Weltall durchzittert haben, als die von Plato geträumte Trennung der beiden Geschlechter stattfand, die sich seitdem ewig suchen. Es ist der Urquell der Poesie, der schon im urkundenlosen Reiche der frühesten Vorwelt aufsprudelte, als dem Weiblichen in der Natur zuerst ein Männliches entgegentrat.

Neuere Untersuchungen von Pfeffer und andern Physiologen haben gezeigt, daß es zumeist verschiedenartige chemische Reize sind, welche die Samenfäden in das weibliche Organ locken. So konnte festgestellt werden, daß es bei den Farnkräutern eine geringe, in dem letzteren abgesonderte Spur von Aepfelsäure-Salzen ist, welche die Samenfäden unwiderstehlich anzieht, hineinzutreten; bei den Moosen handelt es sich um eine wirkliche Nektarquelle, denn das Reizmittel, welches bei ihnen die Samenfäden anlockt, besteht aus Zucker; die Reizmittel der Algen sind noch nicht bekannt. Wurden jene Reizmittel in der gehörigen Verdünnung, die sehr weit gehen kann, in feine Glasröhren gebracht, so traten die entsprechenden Samenfäden alsbald in dieselben ein, wenn erstere in Wasser getaucht wurden, welches mit denselben besetzt war. Und zwar traten die Samenfäden der Farnkräuter nur in die Apfelsäure-Röhren und die der Moose nur in die Zuckerröhrchen, wobei selbst noch Spuren von 0,001 % Aepfelsäure eine schwache Anziehung äußerten.

Mit dem Vorgange der Geschlechtstrennung hatte die Natur ein Steigerungsmittel ihres Verjüngungstriebes gewonnen, welches namentlich für die freibewegliche Thierwelt ein mächtiger Hebel zur Vervollkommnung und ebenso zur Verschönerung der Formen werden sollte, indem bei ihnen eine

gegenseitige Wahl, die geschlechtliche Zuchtwahl eintrat. Ohne Zweifel besaßen die Abkömmlinge sich paarender ungleichartiger Zellen Vorzüge vor denen gleichartiger Paarung oder ungepaarter Zellen, die ihnen und ihrer Entstehungsweise den Sieg verschafften. Es mag langsam gegangen sein, ehe dieser Sieg entschieden war, aber wir wissen, daß die Erdgeschichte in ihren ältesten Epochen, welche eine unendlich größere Dauer hatten, als alle späteren, Raum genug für solche langsamen Entwicklungen bot. Denjenigen aber, welche mit der religiösen Schöpfungsmythe glauben möchten, es müsse von Anfang an „Männlein und Fräulein" erschaffen worden sein, können wir außer den noch heute fortlebenden einfachsten Organismen, die sich niemals paaren, auch in der Entwicklungsgeschichte derer, die es thun, ein Zeugniß vorweisen, daß sie es nicht von Anbeginn gethan haben. Dies Zeugniß für die vollkommene „Sündlosigkeit" der Urwelt in dieser Beziehung liegt darin, daß die Anlage eines jeden Individuums, auch der höheren Gattungen, noch heute durch ungeschlechtliche Fortpflanzung einer Keimzelle vorgebildet werden muß, ein Verhältniß, was bei den niedern Pflanzen und Thieren noch sehr deutlich erhalten ist und sich oftmals in der regelmäßigen Abwechselung der geschlechtlichen Fortpflanzung mit einer vollständig geschlechtslosen Generation ausspricht, in ihren spätern Nachkommen jedoch viel undeutlicher geworden ist.

Als höchst merkwürdig muß es nun erscheinen, daß wir bei Algen, die unstreitig höher stehen, als die Fucoideen, einen Fortpflanzungsweg eingeschlagen sehen, der von demjenigen der übrigen Algen und niedern Wasser- und Land-Pflanzen, sowie der Thiere abweicht und demjenigen der höhern Blüthenpflanzen gleicht, ihn gewissermaßen vorzubereiten scheint. Es sind die Florideen, oder Rothtange, schön rosen- bis purpurrothe Algen, die meist im tieferen Meere wachsen, und bei denen die grüne Farbe des Chlorophylls gänzlich durch einen rothen Farbstoff verdeckt wird. Jeder, der einmal ein Seebad besucht hat, kennt sie, denn zu ihnen gehören jene überaus zierlichen, auf das zarteste gefiederten Formen, die der Badegast erstaunt sammelt, wenn sie der Sturm an's Land geworfen, und die den höchsten Schmuck der See-Albums und der Prachtalgenwerke der Naturforscher bilden. Wir werden eine Floridee des Mittelmeeres (Lejolisia mediterranea) auswählen, weil sie den Charakter einer einfachen Fadenalge bewahrt hat, und deshalb in dem mikroskopischen Bilde eine Uebersichtlichkeit darbietet, wie wir sie bei andern Florideen nicht finden würden. Die Pflanze, welche wir vor uns sehen, pflanzt sich erstlich durch ungeschlechtlich entstehende Brutknospen (A Fig. 67) fort, darin, wie die meisten Pflanzen, an die ursprünglichste Fortpflanzungsweise zurückerinnernd, vornehmlich aber auf einem Wege, der frappant an die geschlechtliche Fortpflanzung der Blüthenpflanzen erinnert. Zunächst abweichend ist hierbei, daß die weiblichen Eizellen nicht wie bei den Brauntangen die Behälter (Carpogone t) verlassen, um auszuschwärmen, sondern

wie die Samen-Anlagen im Fruchtknoten der höhern Pflanzen dort verbleiben. Ebenso wenig lösen sich die Behälter (Antheridangien a), in denen sich die männlichen Zellen bilden, von der Pflanze ab, nur die letzteren selbst werden entleert, aber das merkwürdigste ist, daß ihnen alle Wimpern, Geißeln und sonstigen Bewegungs-Organe fehlen, so daß sie wie die Pollenkörner der Blüthenpflanzen, warten müssen, ob sie eine günstige Strömung zu der Haarzelle (Trichogyne tg) führen will, die dem Griffel der Blüthenpflanzen entspricht, und durch welche hindurch die Befruchtungsvermittlung stattfindet, indem Theile der männlichen Zelle durch diese Röhre hinab zu der weiblichen gelangen. Das Carpogon wächst alsdann unter Beiseitedrängung der Trichogyne zu einer Fruchtkapsel (Cystocarp h) aus, welches kleine den Samen der höheren Gewächse entsprechende Keimsporen reift.

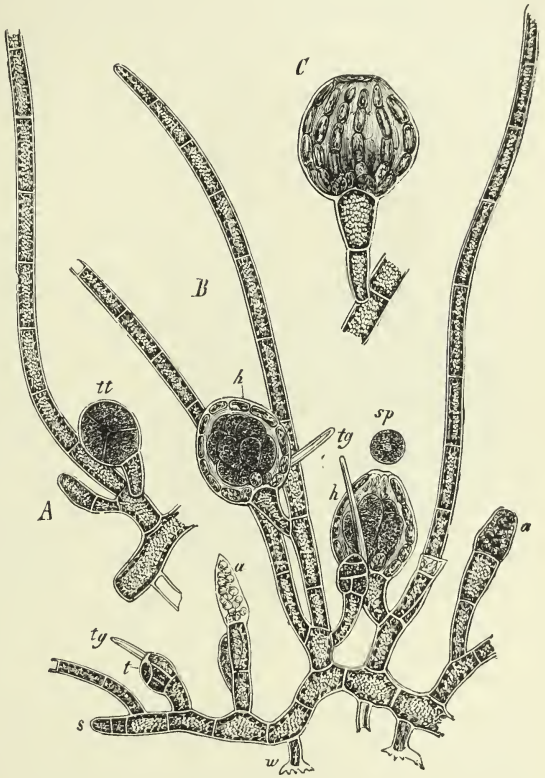


Fig. 67.
Lejolisia mediterranea, etwa 150 mal vergrößert.
A Fadenstück mit ungeschlechtlichen Fortpflanzungszellen (Tetrasporen). B Geschlechtspflanze. C Leere Fruchtkapsel. a Antheridangium. t Carpogon. tg Trichogyne. h Sporenkapsel (Cystocarp). sp Sporen. w Wurzelzelle.

Wir haben hier, wie gesagt, in einfacheren Formen vollständig den Befruchtungsweg der höheren Pflanzen, so daß wir auch auf ihn kaum nöthig haben werden, ausführlicher zurückzukommen. Hieran knüpfen sich einige Räthsel, die noch ihrer Lösung harren. Warum, so müssen wir fragen, haben die männlichen Zellen, die ihnen doch im feuchten Elemente so nützlichen Bewegungsorgane verloren, da diese doch erst den höhern Landpflanzen wirklich unnütz wurden und deren Fehlen sich dort sehr leicht erklärt? So nahe es liegen mag, diese höhern Pflanzen von den Floridеen direkt abzuleiten, so könnte bei der Schwierigkeit, den Verlust nützlicher Organe zu erklären, nicht ohne einen Schein von Berechtigung der entgegengesetzte Ge-

danke auftauchen, die Florideen seien rückgebildete Luftpflanzen, Abkömmlinge gewisser niederer, auf der Wasseroberfläche schwimmender Blüthenpflanzen, die sich nach einem kurzen Aufenthalte in der Luft von Neuem dem Wasserleben angepaßt hätten, wie wir ähnliche Beispiele in der That kennen lernen werden. Ein neuerer Beobachter, Dodel-Port hat sogar wahrzunehmen geglaubt, daß die Florideen ähnlich wie Blüthenpflanzen, von der Thätigkeit lebendiger Befruchtungsvermittler Nutzen zögen, und daß gewisse Infusorien bei den Florideen eine ähnliche Rolle spielten, wie die Insekten bei der Befruchtung der Blumen, indem sie nämlich den weiblichen Organen die männlichen Zellen zuführten. Bei einer Floridee des Mittelmeeres (Polysiphonia subulata) sah er nämlich regelmäßig zahlreiche Glockenthierchen (Vorticellen) angesiedelt, die mit ihren Wimpern einen Kreisstrudel erregen, in welchem er die kugelförmigen männlichen Zellen tanzen, und so die günstigen Chancen der Befruchtung erheblich vermehrt sah (Fig. 68). Vielleicht zieht die Zellnahrung ihrerseits die Vorticellen an, wie der Blüthenhonig die Bienen.

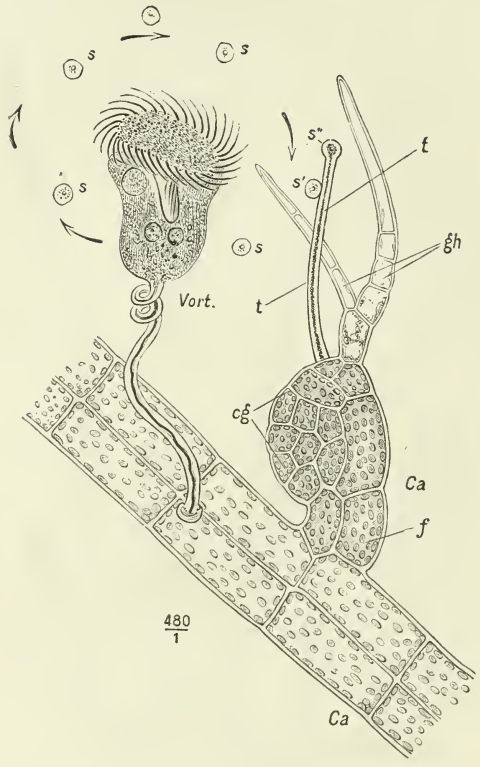


Fig. 68.
Polysiphonia subulata, mit einem die Befruchtung befördernden Glocken-Infusor (Vort.) — f, cg Fuß und fertiler Theil des Carpogon, gh Gabelhaar, t Trichogyne, s, s' s'' männliche Zellen, von denen zwei an der Trichogyne haften. Nach Dodel-Port.

Die anderweitige Arbeitstheilung und Verunähnlichung der Zellen ist bei den Algen nicht so groß, wie bei den höheren Gewächsen, und zwar nicht sowohl ihrer niedern Stellung, als der Gleichmäßigkeit des Elementes wegen, in welchem sie leben. Auch bei den höhern Algen, welche ein vollkommnes Zellgewebe bilden, findet höchstens ein Unterschied darin statt, daß die gegen das Innere gedrängten Zellen, welche als Vorrathskammern für die von den Oberflächen-Zellen durch den Stoffwechsel bereiteten Nahrungsstoffe dienen, etwas größer auswachsen als diese. Niemals aber verschmelzen die Zellen zur Bildung von eigentlichen Gefäßsträngen, oder bilden jene

Mannigfaltigkeit von mechanischen Zellen aus, wie es die der Luftpflanzen zu thun genöthigt sind, theils um eine größere Tragfähigkeit des Stammes zu erzielen, theils auch um die innern Gewebe gegen die Trockenheit der Luft und die Einflüsse des schnelleren Temperaturwechsels zu schützen.

Dessenungeachtet aber baute sich aus diesen einfachsten Lebens-Verhältnissen eine Formenwelt auf, wie sie bunter und schillernder in Farben, zierlicher und mannigfaltiger in Formen, erstaunlicher in ihren Größen-Verhältnissen kaum gedacht werden kann. Die Familie der Algen, welche als die Stammfamilie des Gewächsreiches betrachtet werden muß, schließt die kleinsten und größten Gewächse ein, welche wir kennen. Zu ihrer Gemeinschaft gehören die kleinsten einzelligen Wasserpflanzen, von denen Hunderttausende auf ein

Fig. 69.
Delesseria sanguinea. Eine Floridee.

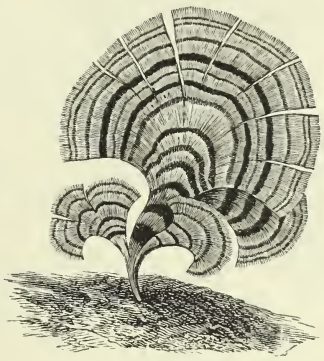


Fig. 70.
Zonaria pavonia. Eine Fucoidee

Gramm und Zweitausend auf eine Linie gehen, sowie Riesentange in der Magelhaensstraße und an der Südküste Amerika's, die eine Länge von über tausend Fuß erreichen. An die kleinsten einzelligen Algen, die in ihrer Masse das rothe Meer zuweilen blutroth und das gelbe Meer gelb färben, schließen sich die grünen Fäden und locker verfilzten Netze, die an der Oberfläche des Meeres und mehr noch im süßen Wasser leben. Nachdem aber die allseitige Vereinigung der Zellen zu einem Gewebe gelungen, giebt es des Gestalten-Reichthums keine Grenzen mehr. Im Reiche des Proteus erschöpfen sich alle Ideen. Von der blos flächenförmigen Ausbreitung in wallenden Bändern und Fächern mit gekräuseltem Rande (Fig. 69 und 70) führt ein Auseinanderrücken im Wachsthum der die Gestalt bestimmenden Endzellen zu gabeläftiger und immer wiederholt gabeläftiger Verzweigung des Laubes. Indem dabei abwechselnd die eine und die andre Endzelle die Führung nimmt, wird in andern Fällen aus dem wiederholt zweigetheilten Laube ein farnblättrig gefiedertes (Fig. 71). Ueberall ist eine mathematische Regel im

Aufbau zu erkennen. Oder es sprossen aus dem größeren Theil einer ungleich getheilten Zelle Quirläste hervor und es entsteht früh im Meere ein Vorbild unserer Schafthalme und Nadelbäume.

Einzelne den Florideen nahe verwandte Algen bekleiden ihre zierliche moosartige Gestalt mit einem schneeweißen glänzenden Kalkpanzer, dadurch der poetischen Fiktion des Ovid, von der Versteinerung der Seepflanzen zu Korallen durch das darauf gelegte Medusenhaupt, einen naturwahreren Hintergrund bietend als die Korallen selber. In den Brauntangen, deren Laubfärbung eine olivenbraune Mischung aus Grün und Roth ist, in welcher bald die eine, bald die andre Färbung überwiegt, wie in den Rothtangen, erhält die Thierwelt des Meeres Schatten und Schutz bietende Waldungen und Dickichte, Polster um sich darauf zu sonnen, Wiesen um selbst einen starken Appetit zu stillen. Neben den am häufigsten vorkommenden strauchartigen Gebilden mit fluthenden, oft zehn Fuß und darüber langen Blättern, finden sich edlere lilien- und palmenähnliche Formen, nur wenige Typen der spätern Pflanzenwelt fehlen den unterseeischen Gärten ganz, und selbst die Cactusform, die uns wie eine bizarre Laune der Oberwelt erscheint, findet dort ihre Seitenstücke. Jedoch der Schmuck farbenprächtiger Blumen fehlte diesen Auen, und die Thierwelt ließ es sich angelegen sein, diesen Mangel mit einem Erfolge zu ersetzen, daß wir in Zweifel gerathen, welchen Gärten vom rein ästhetischen Standpunkte der Preis gebühre, den mit Seeanemonen und Korallen durchblüheten Parken der Amphitrite oder denen der Ceres und Flora.

Fig 71.
Laurencia pinnatifida. Eine Floridee.

Als die schöpferische Ursache der in Tausenden von Formen sich kundthuenden Verschiedenheit des architektonischen Aufbaues der Zellen, müssen wir das Bedürfniß erkennen, die Lauboberfläche so viel als möglich mit dem lufthaltigen Wasser in Berührung zu bringen. Dieser Lebensbedingung entspricht am besten die flächenförmige Ausbreitung des Blattes und dieses Thema, die Laubfrage, ist es, welche im Reiche der Algen durch alle Tonarten variirt wird. Die ganze Pflanze ist Blatt, Laub, und eine weitere Organen-Gliederung findet kaum statt. Was wir bei den Tangen der Wurzel höherer Pflanzen vergleichen (s. Fig. 71), ist nur ein Haftorgan, welches das Blatt durch Ansaugen oder Umspannen an den Steinen und Klippen des Grundes befestigt, ohne die physiologischen Arbeiten der Wurzel

zu übernehmen, der Stengel ist nur ein Laubstiel. Nicht ein Schönheitsbedürfniß war es, welches das Laub der Florideen seine reizende Auszackung und zarte Fiederung vollenden ließ, sondern vielmehr eine im Daseinskampfe stattgefundene Erörterung der Frage, wie man mit möglichster Zellenersparniß die größtmöglichste Oberfläche herstellen kann, eine Parallele zu den Entwicklungsvorgängen im Thierreiche, wo wir die erste Sorge des Protoplasma, wenn wir so sagen dürfen, auf die Schöpfung eines Magens gerichtet sehen werden. Das ganze Gewächs ist Laub ohne eigentliche Sonderung in Wurzel Stamm und Blatt, welche zu vollziehen dem spätern Erdleben vorbehalten blieb, kaum, daß die Bildung besonderer Sporenkapseln in den höheren Gattungen einigen Einfluß auf die Gliederung dieses Laubes gewinnt. Nur das Bedürfniß einiger Arten, sich im tiefen Ozean dem Lichte näher schwimmend zu erhalten, schuf durch Auseinandertreten einzelner Zellpartien noch ein besondres Schwimmorgan, mehr oder weniger große Blasen, die oft gestielt, die Form von Früchten nachahmen, und dem Sargossotang, dessen abgerissene Aeste im weiten Meere schwimmende Wiesen von der Größe gewaltiger Reiche bilden, das Ansehen beerentragenden Lorbeers ertheilt. (Fig. 72.)

Fig. 72.
Sargassum natans, eine Fucoidee mit Schwimmblasen.

Allein dasselbe Ziel wird in der Natur oft auf sehr verschiedenen Wegen erreicht, wovon wir vielleicht die merkwürdigsten Beispiele in der Algenwelt finden. Man kennt eine Gruppe sehr seltsamer, scheinbar einzelliger Algen, die dennoch in der Gliederung ihrer äußern Gestalt kaum hinter den höchstentwickelten Algen zurückbleiben und die dadurch entstehen, daß sich beim Weiterwachsthum keine Zellenwände ausbilden, während die Zellkerne sich vermehren. Die Oberhaut nimmt hier alle jene Formen an, die sonst durch die Aneinanderreihung von unzähligen Zellen aufgebaut werden, und die unge-

theilt bleibende Höhlung wächst zu diesem Ende zur Größe mehrere Zolle, ja in einzelnen Fällen einiger Fuße an. In den einfachsten Fällen (Vaucheria) läßt sie es bei der Nachbildung einer einfachen Fadenalge, wenn auch mit vielen Verzweigungen bewenden, in anderen bildet sie einen mehrere Zoll hohen Champignon (Acetabularia Fig. 73) nach, und in noch üppigerem Machtgefühl (Caulerpa) sogar einen Stamm mit feinzertheilten Wurzeln, langen, oft tief gesägten und gekerbten Blättern (Fig. 74), ja sie geht sogar daran, durch welliges Aneinanderlegen und Faltenbildungen der Wandung das Zellgewebe der andern Pflanzen nachzuahmen (Acetabularia und Udotea). Wir müssen diese zellenlosen Pflanzen als einen weitausgedehnten und dennoch gescheiterten Anlauf des im einfachen Hohlraum eingeschlossenen Protoplasma's betrachten, mit dem Zellenstaat zu konkurriren. Es ist in der That diesen einfach gebaueten Pflanzen gelungen, es bis zur Ausbildung geschlechtlicher Fortpflanzung zu bringen, allein damit war auch ihr Vermögen erschöpft und obwohl sie sich bis auf den heutigen Tag fortgepflanzt haben, sind diese Vertreter eines besonderen Entwicklungsweges doch nicht über die Entwickelungsstufe des Algenreichs hinausgelangt. Nur das Wasser gestattete die Ausführung einer solchen Naturlaune, deren Weiterführung Festland- und Luftleben mit ihren an Wechsel reichen Einflüssen nicht zuließen. Gesteigerten Ansprüchen gegenüber, konnten sie nicht mit den durch Arbeitstheilung unter ihren Zellen widerstandsfähigeren Zellenpflanzen concurriren. Wie es scheint geben manche scheinbar

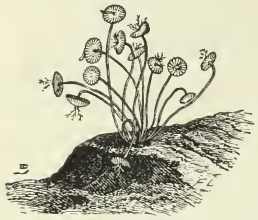


Fig. 73.
Acetabularia mediterranea.

Fig. 74.
Stück einer scheinbar „einzelligen" Meeresalge (Caulerpa taxifolia) in natürlicher Größe.

ebenfalls aus einer einzigen Zelle bestehende Infusorien und andere Protisten ein Seitenstück zu diesen Pflanzen ab.

Die Algen bilden eine Welt für sich, noch heute mehr als sechstausend Formen umfassend, aber in der Vorwelt wahrscheinlich unermeßlich reicher an Gestalten. Sie gaben den Urmeeren jenen Schmuck, den ihre Nachkommen auch dem festen Lande zu Theil werden ließen, und in ihres Gleichen ist wohl der heutigen Welt der höchste Ausdruck des pflanzlichen Lebens erhalten worden, den die Primordialzeit aufweisen konnte. Zur Erhaltung in den abgelagerten Schichten waren ihre weichen, zum Theil schleimigen und der Verwesung äußerst leicht zugänglichen Körper wenig geeignet. Dieser ganze, viele Jahrtausende hindurch einzige Pflanzenschmuck der Welt ist daher trotz aller seiner Mannigfaltigkeit verschwunden und aus dem Gedächtniß der Welt getilgt, wie die Guirlanden und Kränze eines Festtages. Nur unter besonders glücklichen Umständen haben sich in den Kalksandsteinen des unteren silurischen Systemes neben den ältesten Thierresten einige Algenspuren als die ältesten Pflanzenreste erhalten. Aber man muß in ihrer Deutung mit großer Vorsicht verfahren, denn wiederholt haben sich vermeintliche fossile Algen als Abdrücke verschiedener Thierfährten oder Ausfüllungen von Wurmgängen im Schlamme zu erkennen gegeben, welche letzteren dadurch den Schein der Verästelung erhalten, daß die Würmer, bevor sie einen Seitenweg im Schlamme einschlagen, oft erst in ihrem Hauptgange wieder eine Strecke zurückgehen. Im Uebrigen decken sich die Urkunden der Erde mit der Theorie, welche sich aus allgemeinen Gründen genöthigt sieht, die Algenfamilie als die Urfamilie des Pflanzenreiches anzusehen. Aber auch die ältesten Tange gehören bereits ebenso wie die ältesten sicheren Thiere, mit denen sie zugleich auftreten, einer morphologischen Entwicklungsstufe an, die uns überzeugt, daß bei ihnen, wie im Thierreiche, unendliche Geschlechter seit jener Zeit, wo das erste Leben auftrat, spurlos in die Nirvana zurückgekehrt sein müssen. In späteren silurischen und devonischen Schichten erscheinen neben bereits hoch entwickelten Wasserthieren noch wenig andere Pflanzen als im Meere lebende Tange, diese aber mitunter in so massenhaften verkohlten Resten, daß sie förmliche Kohlenlager bilden. Wenn die Form nicht mehr zu erkennen ist, so legt wohl ein geringer Jod- und Bromgehalt dieser Reste Zeugniß von ihrem marinen Ursprung ab. Wie noch heute diese selteneren Elementarstoffe größtentheils aus Asche von Seetangen gewonnen werden, so schieden letztere schon damals deren Verbindungen aus den Meersalzen ab, lange bevor ein Photograph oder ein Drüsenleidender davon Gebrauch machen konnte. Neuere Forscher haben den Versuch gemacht, auch die Steinkohlen als Reste ungeheurer Tang-Ablagerungen zu deuten, allein mit wenig Beifall. Natürlich lebten Algen neben den späteren Landpflanzen, die ihnen keine Konkurrenz zu machen vermochten, ungestört fort, und auch in jüngeren Schichten, die weniger nachträglich zerstörenden Einflüssen ausgesetzt waren, kommen sie

stellenweise so massenhaft vor, daß man den Flysch, eine tertiäre Bildung, auch Fucoideen- (d. h. Tang-) Sandstein genannt hat.

Man kann im Allgemeinen behaupten, daß das Meer seine gestaltende Macht, was das Pflanzenreich betrifft, in der großen Familie der Algen erschöpft habe. Denn seit jenen unendlich zurückliegenden Zeiten, in denen es die vollkommensten Tange vollendet hatte, scheint diese Schöpferkraft zu ruhen, und man kann als sicher behaupten, das Meer wäre nie im Stande gewesen, Stamm- und Blüthenpflanzen auszubilden. Während das süße Wasser selbst von den höchst entwickelten Pflanzenformen, die wir kennen, besucht wird, wagen sich höchstens in das Brackwasser der Flußmündungen und Küsten einzelne Blüthenpflanzen niederer Art. Sie kehren dann häufig im anatomischen Bau zu einer einfacheren Organisation zurück, und in einigen wenigen Fällen nimmt sogar der Blumenstaub wieder die fadenförmige Gestalt der männlichen Befruchtungszellen vieler Algen an, wie die Walthiere in so vielen Aeußerlichkeiten den in der allgemeinen Organisationshöhe tief unter ihnen stehenden Fischen ähnlich werden. Das sogenannte Meergras, welches man zum Ausstopfen und Verpacken benützt, gehört zu diesen pflanzlichen „Najaden". Die Algenfamilie giebt, wie die meisten Organismen, einen Beweis für den Erfahrungssatz, daß es im Wesentlichen die äußeren Lebensbedingungen gewesen sind, welche das im Urprotoplasma ruhende Vermögen, Gestalten aller Art fortschreitend zu bilden, entwickelt haben; nachdem das Meer alle seine Künste entfaltet, mußten die Gegensätze des Festlandes den Samen umherschwingen, um das Leben, welches das Meer nicht über eine gewisse Stufe der Vollendung bringen konnte, weiterzuführen. Es befriedigt sein Vermögen, in der Hervorbringung von Riesengestalten, die überall in der Erdgeschichte den Ausdruck eines Höhepunktes enthalten. Wir wenden uns nunmehr zu der Betrachtung der viel größeren Thier-Mannigfaltigkeit, welche im Wasser ihren Ursprung genommen.

VI.

Das Reich der Einträchtigen.

(Pflanzenthiere.)

Denn zum Wachsthum wäre die Zeit nicht nöthig den Dingen
Nach dem befruchteten Keim, wofern aus Nichts sie erwüchsen.
Plötzlich würde zum Jüngling das Kind, es schöß' aus der Erde,
Plötzlich entstanden der Baum, dergleichen doch nimmer geschiehet.

Lucrez, I, 181 ff.

Um unsere Kenntniß der ersten Schritte, welche der thierische Organismus in grauer Vorzeit gethan hat, würde es übel stehen, wenn wir sie aus den auf unsere Tage gekommenen, direkten Spuren derselben ableiten sollten. Denn die Mehrzahl der niedersten Thiere hatte, eines kräftigen äußeren oder inneren Skelettes entbehrend, auch nicht die geringste Anlage, ihre Körperform für eine spätere Forschung in den Archiven der Natur aufzubewahren. Wenn wir gleichwohl jene Vorgänge in der Morgendämmerung der Schöpfung zu schildern unternehmen, als ob wir dabei gewesen wären, so kann dies nur in allgemeinen Umrissen und auf Grund der in dem Kapitel über die Naturphilosophie näher erörterten Lehre geschehen, nach welcher sich in der individuellen Entwickelung der heutigen Lebewelt die Vorgänge der Urschöpfung in abgekürzter Form wiederholen müssen. Denn wie die Löwen sich heute aus unscheinbaren Anfängen durch viele Verwandlungen im Mutterleibe langsam bilden müssen, so können sie ursprünglich noch weniger, der Milton'schen Phantasie folgend, unmittelbar und ohne Vorstufe dem Wüstensande entsprungen sein. Die heutige beschleunigte Entwicklung ist als Nachbild des ehemals in unendlichen Zeiträumen vor sich gegangenen Werdeprozesses, die ewig fortdauernde Bestätigung des Geschehenen.

Wie aus dem in allen seinen Theilen gleichartigen Schleimklümpchen, welches man dieser Einfachheit wegen Moner nennt, durch Abscheidung eines Kernes die nackte Zelle oder Amöbe entsteht, haben wir früher gesehen und dabei erfahren, daß alle höheren Lebewesen aus solchen Zellen zusammengesetzt sind, und zwar die Pflanzen aus mehr von einander unabhängigen, die Thiere

aus leichter verschmelzenden Zellen. Aber auch heute noch muß jede Pflanze und jedes Thier den Lebenslauf mit einer einfachen, und ursprünglich nackten Zelle beginnen, ein erst spät verstandener Fingerzeig, daß sie ursprünglich sammt und sonders von einer solchen einfachen Zelle abstammten. Im Beginne der laurentischen Zeiten krochen oder schwammen diese Zellen zunächst wohl alle, wie es einige noch heute thun, einsam im Urmeere umher, aber schließlich ergab sich, daß es seinen Vortheil habe, sich nach der Zelltheilung nicht von einander zu trennen, sondern mit vereinten Kräften den Kampf um's Dasein aufzunehmen. Es entstanden aus der einfachen Amöbe durch wiederholte Theilung (Furchung) 2, 4, 8, 16, 32 u. s. w. Zellen, eine Amöbengemeinde (Synamöbe), die einen kugel- oder eiförmigen Körper darstellte. (Fig. 75 E.)

Auch jetzt noch leben, wie wir S. 114 sahen, solche Thiere, die aus einer Anhäufung unter sich völlig gleichartiger Zellen bestehen, im Meere und auch in der Entwickelung der meisten niederen und höheren Thiere folgt diese, wegen ihrer Aehnlichkeit mit einer winzigen Maulbeere Morula getaufte Entwicklungsstufe, zunächst auf die Stufe der einfachen und verdoppelten Eizelle. Die Allverbreitung des Auftretens dieser und der weiter zu erwähnenden Gestalten in der Entwicklungsgeschichte der verschiedensten Thiere giebt uns einen starken Grund für die Annahme einer gemeinsamen Abstammung der gesammten Thierwelt aus gleichen oder ähnlichen Anfängen.

Indem sich inmitten dieser Zellengemeinschaft Flüssigkeit absonderte, und die ursprünglich einen dichten Haufen bildenden Zellen zu einer von einer einfachen Zellenlage gebildeten Blase auseinandertrieb, entstand das Urbild der zuerst von dem Vater der Entwicklungsgeschichte Ernst von Baer gewürdigten Keimblase (Fig. 75 G.), die in den frühesten Jugendzuständen von Pflanzenthieren, Würmern, Muscheln und Wirbelthieren gleichmäßig wiederkehrt. Sie ward Planula, oder auch Flimmerlarve genannt, weil die Zellblase nach außen Wimpern oder Flimmerhaare hervortreibt, um sich mit Hülfe dieser Ruder, wie eine Galeere, schnell vorwärts zu bewegen. Auch diesem Nachbilde einer muthmaßlichen älteren Stammform ähnliche „Kugelthierchen" findet man vielfach im salzigen und süßen Wasser. Aber während diese unvollkommenen Wesen sich in ihren späten Verwandten noch mit einem einfachen Kreislauf begnügen, schritt der uranfängliche Entwicklungsprozeß unaufhaltsam weiter. Noch war von einer wirklichen Arbeitstheilung unter den einzelnen gleichwerthigen Gliedern des Zellstaates nichts merkbar; diesen wichtigen Fortschritt bethätigte erst das nächst höhere Urthier, das in einer späten Vererbungsform erkannte und von Häckel in seiner philosophischen Bedeutung zuerst gewürdigte Magen- oder Darmthier, die Gasträa.

In dem Entwickelungsgange vieler niedern Thiere beobachtet man, wie die eben erwähnte Keimblase oder Planula an einer Stelle eine grubenartige Einsenkung erhält, die immer tiefer wird, etwa wie wenn man mit dem

Finger gegen einen undichten, luftgefüllten Gummiball drückt. (Fig. 75 F H.) Schließlich wird die Einstülpung so tief, daß die Ränder zu einer engen Oeffnung zusammenschließen, wodurch ein Hohlkörper mit einer doppelten Zellwandung an Stelle der früheren einfachen Zellschicht entstanden ist. Damit kann sich also die Thätigkeit der Zellen in ein äußeres und ein inneres Ressort theilen; die äußeren, das sogenannte Hautblatt zusammensetzenden, vermitteln nach wie vor die Bewegung und Orientirung, während ihnen der größte Theil des Ernährungsgeschäftes von den die Innenwand, das Magenblatt, bildenden Zellen abgenommen wird. (Fig. 75 K L.) Das ganze Thier ist ein schwimmender Magen von eiförmiger oder kugelförmiger Gestalt geworden, der durch eine einzige Oeffnung (Urmund), die zugleich Mund und Auswurfsöffnung vorstellt, mit der Außenwelt in Verbindung steht. Häckel denkt sich den Vorgang so, daß die einschichtige Zellengesellschaft einer Planäade angefangen haben mag, eine Stelle vorzugsweise der Nahrungsaufnahme zu widmen. Da es für diesen Zweck günstiger sein mußte, wenn diese Stelle etwas geschützt lag, so bildete sich allmälig durch natürliche Züchtung ein Grübchen, welches im Verfolg dieses Vorganges immer mehr

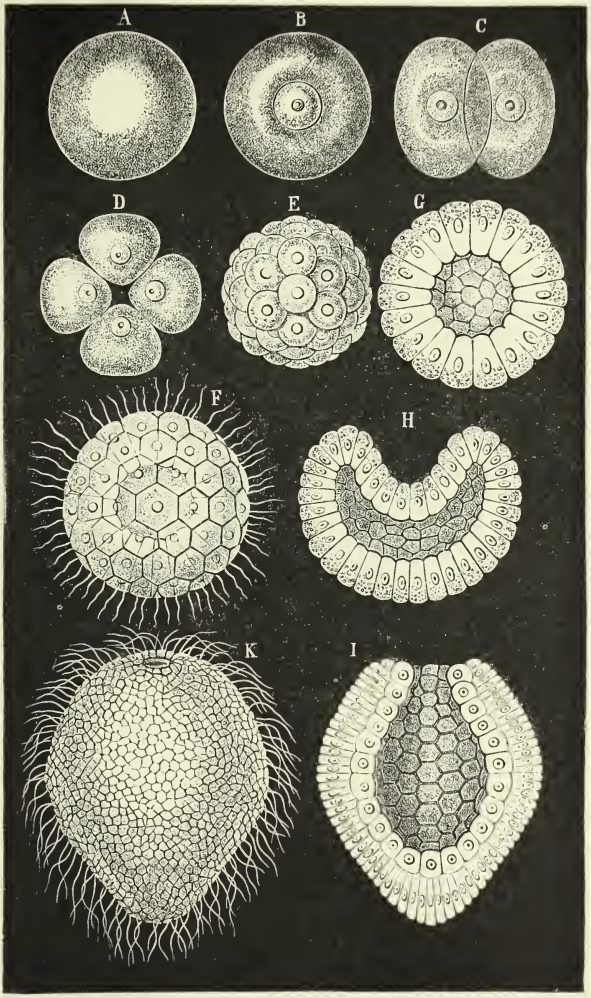


Fig. 75.
Entwicklungsstufen von Monoxenia Darwinii, einer Koralle des rothen Meeres (als Vertreter der Pflanzenthiere), nach Häckel.

sich vertiefte und, indem sich die Ernährungsfunctionen ganz hierher zurückzogen, zu einem vollkommenen Magen wurde.

Es ist vielleicht keine hochpoetische Wahrheit, welche das Studium der Entwickelungsgeschichte hiermit an den Tag gebracht hat, dieses Forschungsergebniß, daß das erste Organ, welches sich in der thierischen Natur ausbildete, der Magen oder mit anderen Worten die Darmröhre gewesen ist. Diejenigen aber, welche bedenken, daß der Hunger heute noch das vornehmste und am gebieterischsten seine Befriedigung fordernde Bedürfniß des thierischen Daseins ist, werden die Sache begreiflich finden. Sie werden sich mit diesem prosaischen Anfang um so eher versöhnen, wenn sie die berühmte Fabel des Agrippa von dem Streite zwischen Magen und Gliedern beherzigen und sich erinnern, daß oft die besten Handlungen mit dem befriedigten Magen zusammenhängen, und daß ein hungriger Mensch ein mürrischer, unter Umständen schlechter Mensch ist. Es sei fern von uns, den Magen gleich jenem Cyclopen des Euripides zu vergöttern und ihn als den edelsten Theil hinzustellen, jedenfalls war er das nothwendigste Organ des thierischen Körpers, die Vorbedingung weiterer Entwickelung; daher betrachtet Häckel auch nur diejenigen Lebewesen, welche in ihrer Entwickelung bereits über den Zustand des doppelten Keimblattes (Gasträa-Stadium) hinausgelangt sind, als echte Thiere (Metazoen); alle übrigen werden von ihm zu den Urwesen (Protozoen) gerechnet. Wir sehen hier eine vollkommene Parallele mit der Entwickelung im Pflanzenreiche, wo jener ganze unermeßliche Zeitraum, in welchem das Meer die Algenfamilien hervorbrachte, mit der Ausbildung des pflanzlichen Magens, des Laubes, vorzugsweise beschäftigt war. Damals war die Pflanze ganz Magen, und ebenso war es auch jenes Wesen, welches wir als das erste wirkliche Thier betrachten können, die Gasträa. Und gleich hier macht sich jener wichtigste Unterschied der Thiere in der Centralisirung der Thätigkeit bemerkbar; die Pflanze schafft sich unzählige Verdauungshöhlungen, das Thier eine einzige, aber ihr werden alle Glieder unterthänig und aus ihren Bedürfnissen werden wir das edelste hervorgehen sehen, was die Natur geschaffen, das Denkvermögen.

Ein freibewegliches Wasserthier, welches die Gestalt jener Gastrula als sein höchstes Entwickelungsziel auf die Nachwelt gebracht hätte, ist bis jetzt der Naturforschung nicht bekannt geworden, dagegen folgt die Gestalt der Darmlarve in der individuellen Entwickelung der verschiedenartigsten niederen Thierarten bis zu derjenigen der Wirbelthiere hinauf, mit einer solchen Regelmäßigkeit auf diejenige der Flimmerlarve (Planula), welche noch heute ihre Vertreter in der Lebewelt hat, daß man auf ihre Stammmutterwürde mit großer Wahrscheinlichkeit zurückschließen kann. (Fig. 76.) In der Entwickelungsgeschichte der höheren Thiere fehlt diese Form in ihrer charakteristischen Ausprägung, nach dem später zu erläuternden Gesetze der abgekürzten Vererbung, mitunter der besonderen Form, niemals aber dem Werthe nach,

denn stets gehen aus der Keimblase zunächst zwei Zellenschichten hervor, das vegetative Keimblatt, welches, wie das Innere der Gastrula, die ernährenden Gewebe und Organe aus sich heraus bildet, und das äußere oder animale, aus dem die Bewegungs- und Sinnesorgane entstehen. Wie bei der individuellen Entwickelung eines jeden Thieres, so sind auch in der Stammesgeschichte des Thierreiches Haut und Magen die beiden ältesten Organe.

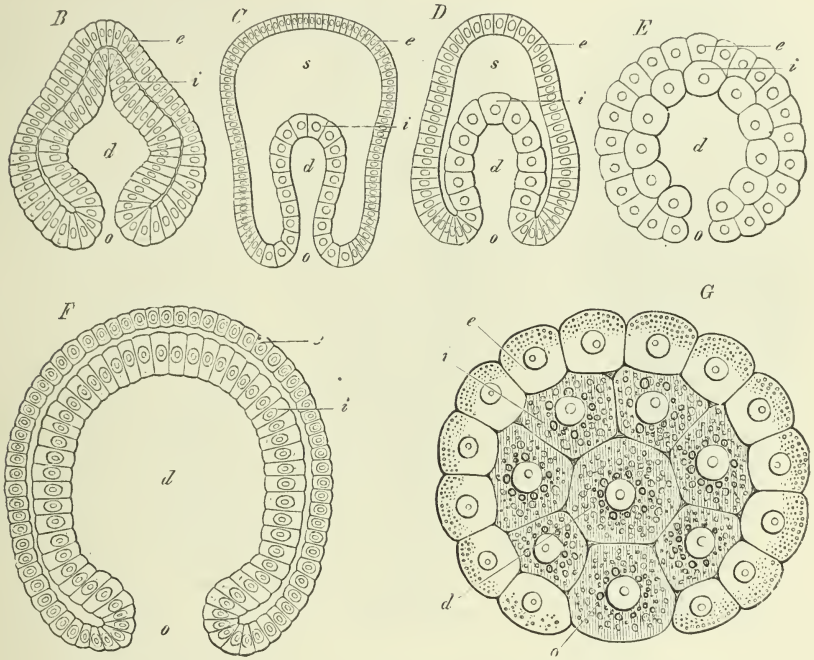


Fig. 76.
Gastrula bei Thieren aus den fünf übrigen Haupt-Abtheilungen des Thierreiches.
B Pfeilwurm. C Seestern. D Krebs. E Schnecke. F Lanzetthier. G Kaninchen. In allen Figuren bedeutet: e Hautblatt (Exoderm), i Darmblatt (Entoderm), d Urdarm, o Urmund, s Furchungshöhle.

Eine abgeleitete Gastrulaform sehen wir in Fig. 76 G, wobei Urdarm und Urmund durch je eine Entodermzelle ausgefüllt werden.

Da die Gastrula somit in der Entwickelungsgeschichte aller Thierkreise vorkommt, so haben wir guten Grund, in ihr das Nachbild einer gemeinsamen Mutterform derselben zu erkennen, obwohl einzelne Zoologen von dieser sogenannten Gasträa-Theorie Häckel's nichts wissen wollen. Am lehrreichsten für den heutigen Forscher ist es, das Auftreten dieser mit ihren langen Flimmerhaaren lebhaft im Wasser umhertreibenden Larve in der Entwicklungsgeschichte zweier, sie nur ein Weniges in ihrer Organisation überragenden Thierklassen der heutigen Lebewelt, nämlich bei den sogenannten

Gasträaden und den niederen Würmern, zu beobachten. Es sind die Grundformen der beiden Hauptgruppen des Thierreiches, die Ahnen der sogenannten Pflanzenthiere einerseits und der übrigen Thiere andererseits, die wir als nächste Abkömmlinge des Urdarmthieres zu betrachten haben. Bei den Pflanzenthieren, zu denen die Schlauchthiere, Schwämme, Polypen, Korallen und Medusen oder Quallen gehören, setzt sich die Darmlarve, nachdem sie eine Zeit lang im Meere umhergeschwommen ist, mit ihrem dem Munde entgegengesetzten Ende des eiförmigen Körpers, welches im Schwimmen immer voran ging, auf dem Boden des Wassers fest, zieht die äußeren Flimmerhaare ein und entwickelt dafür solche in der Magenhöhlung. Häckel hat in neuerer Zeit mehrere solcher festgewachsenen „Gasträaden der Gegenwart" beschrieben, kleine, 1—3 Millimeter lange Schläuche, die den Bau der Gasträa zeigen, wobei indessen eine Verschmelzung der äußeren Zellen und Bedeckung derselben mit allerlei harten Stoffen und Schutzmitteln stattfindet. Bei Haliphysema primordiale (Fig. 77) ist das Hautblatt am Fuße mit Sandkörnchen, der obere Theil mit langen Schwammnadeln gepanzert, die wie Abwehrwaffen mundwärts stehen, bei H. echinoides (Fig. 78) ist der ganze Körper mit den Kieselnadeln der Ankerschwämme und sehr schönen morgensternartigen Schwammnadeln gerüstet, während sich H. globigerina (Fig. 79) begnügt, ihren Schlauch mit den unter dem Mikroskope sehr zierliche Formen zeigenden Globigerinen des Tiefseeschlammes auszuschmücken. Da diese Gasträaden nur im Stande sind, geringe Bewegungen auszuführen, so ist es bei der offenbaren Auswahl, die sie bei diesen „Anfängen der Kunst, sich mit fremden Federn zu schmücken", üben, um so unbegreiflicher, daß sie dies ohne Hände und Greiforgane vermögen.

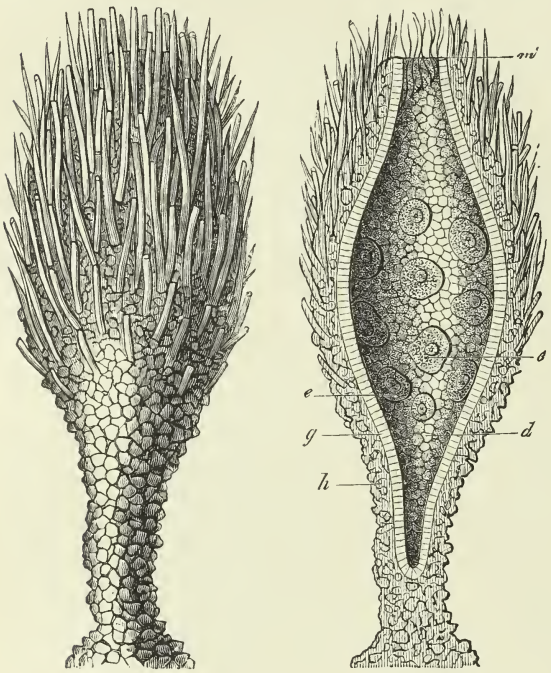


Fig. 77.
Haliphysema primordiale nach Häckel, von außen und im Längsschnitt. d Urdarm, m Urmund, h Hautblatt, g Wimperzellen des Magenblattes, e amöboide Eichen.

Die Flimmerzellen ihres Innern erregen im Uebrigen einen beständigen Wasserstrom, der ihnen Sauerstoff und Nahrung zuführt. Bei ihnen findet eine fernere Arbeitstheilung statt, die Bildung männlicher und weiblicher Zellen in der inneren Zellenschicht, die, ihren Inhalt vereinigend, zuerst auf

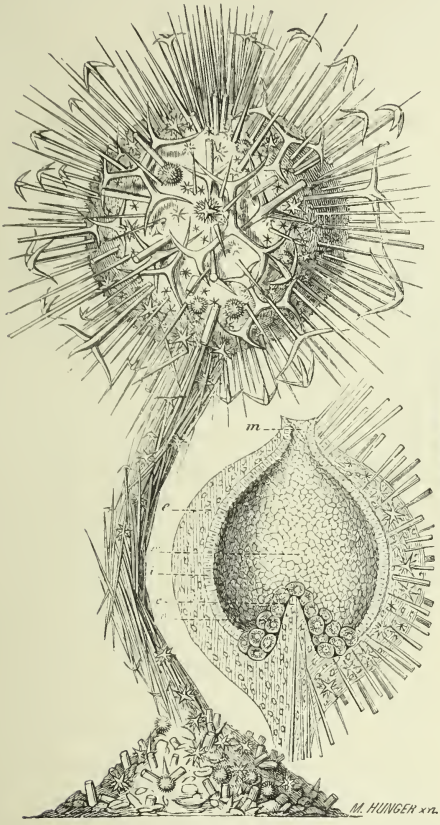


Fig. 78.
Haliphysema echinoides. $^{40}/_{1}$. Nach Häckel. Bedeutung der Buchstaben wie in voriger Figur.

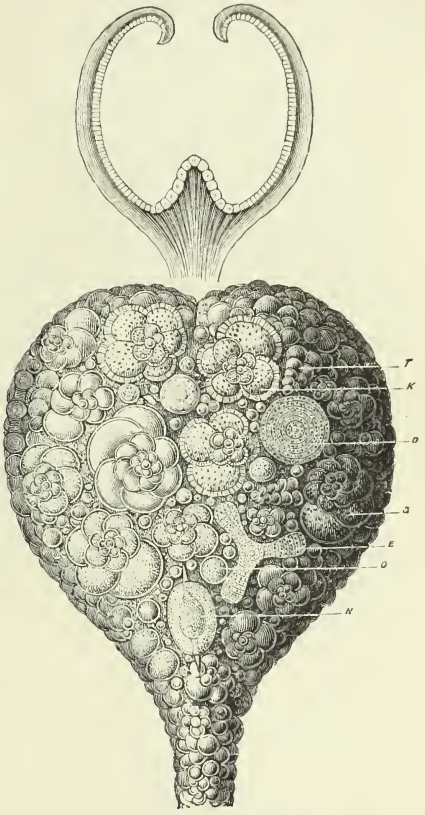


Fig. 79.
Haliphysema globigerina nach Häckel. $^{50}/_{1}$. G K Globigerina. O Orbulina. T Textilaria. E H u. D Radiolarien.

geschlechtlichem Wege im Thierreiche befruchtete Keimzellen erzeugen, die in der Magenhöhle geboren, vom Munde ausgeworfen, die Entwickelung von Neuem beginnen. Während die echten Protisten und Vorfahren der Gasträa sich durchweg auf ungeschlechtlichem Wege durch Zellentheilung, Knospung oder Copulation fortpflanzten, begann bei den Ahnen der Pflanzenthiere zuerst die Liebe ihre Rechte geltend zu machen, ohne freilich diese niedern Wesen so zu tyrannisiren, wie sie es später (und in der Menschenwelt nicht im geringeren Maße) that. Jene unvollkommenen Wesen waren, wie

wir sehen, Hermaphroditen, d. h. sie vereinigten beide Geschlechter in demselben Individuum, ein Verhältnis, welches meistens im Thierreiche einem niedrigeren Entwickelungsgrade entspricht, wie es ja auch klar ist, daß die Vertheilung des Fortpflanzungsgeschäftes auf zwei Personen eine vollkommenere Erfüllung der erforderlichen Leistungen ermöglichen muß. Die Festsetzung einzelner Gasträaden auf dem Meeresboden war ferner ein Akt von bedeutsamen morphologischen Folgen. Alle niedriger stehenden Thiere, die diesem vor Entwickelung weiterer Organe vor Anker gegangenen Lebewesen ihren Ursprung verdankten, erwarben dadurch für ihre später ausgebildeten Gliedmaßen eine regelmäßig strahlenförmige (actinote) Anordnung um die Mundöffnung, die dabei als Mittelpunkt gedacht werden muß, wie wir bald weiter sehen werden.

Diesen Gasträaden außerordentlich nahe stehen die Schwämme, deren Jugendzustände ihnen der Form nach beinahe gleich sind. Aehnlich den buntgefärbten Pilzen im Waldesdunkel gewahren wir in der dämmmernden Tiefe des Meeres eine vielgestaltige Schaar von Knollen, blattartigen Lappen, Schalen, Pokalen, Schirmen u. s. w., fast durchweg mit lebhaften Farben geschmückt. Wir könnten zweifelhaft sein, ob wir in ihnen wirkliche Mitglieder des Thierreiches vor uns haben, oder ob sie in jenes unbestimmte Protisten-Reich zu verweisen wären, in welchem der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht hervorgetreten ist. Allein wir wissen, daß sie, gerade so wie alle höheren Thiere, aus einer Gastrulalarve hervorgehen, und also nicht von ihnen zu trennen sein dürften. Allerdings ist ihre Entwicklung eine andre, wie bei den übrigen Pflanzenthieren, und es scheint sogar, als ob diejenigen Zellen, die sonst das Hautblatt bilden, hier nach innen gedrängt würden, während die verdauenden Zellen (Magenblatt) die äußere Oberfläche bekleideten, so daß die Schwämme im gewissen Sinne als umgestülpte Pflanzenthiere zu betrachten wären, und die entsprechenden Bezeichnungen der obenstehenden Figur umgekehrt angewendet werden müßten. Lassen wir dieses noch nicht völlig aufgeklärte Verhältniß vorläufig auf sich beruhen, so müssen wir doch gestehen, daß auch in der ferneren Entwicklung der Larve eher Rückschritte als Fortschritte zu bemerken sind, wenn man nämlich den Bau der übrigen Thiere als Maßstab nimmt. Denn die vorher munter bewegliche Larve setzt sich nicht nur auf einer Klippe fest und verliert ihre Bewegungsorgane, sondern giebt sogar den Vortheil des geschlossenen Magens wieder auf, indem sich in

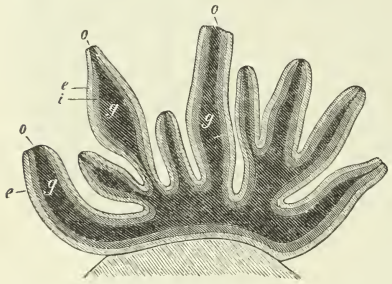


Fig. 80.
Kolonie eines niedern Kalkschwammes (Olynthus) in schematischem Durchschnitt. e Hautblatt i Magenblatt, g Darmhöhle, o Mund. Nach Häckel.

der doppelten Zellwandung desselben zahlreiche Poren bilden, die einen unmittelbaren Austausch des Inhalts mit der Außenwelt ermöglichen. Durch Sprossung vermehrt sich die Personenzahl schnell und ganze Strecken des Bodens sind bald darauf in Besitz genommen (Fig. 80). Die Bildung der Poren, durch welche das Wasser mit den Nahrungstheilen eingeschlürft wird, um aus der Hauptöffnung wieder ausgestoßen zu werden, geht übrigens in der mannigfachsten Weise vor sich und die nebenstehende schematische Fig. 81 darf nur als ein Einzelnbeispiel betrachtet werden. Wie die der vorigen Figur analoge Schraffirung andeuten soll, überkleiden die Flimmerzellen des innern Hauptblattes alsdann nur noch die weiteren Räume der Kanäle, die sich dann weiter verästeln, um ein oft sehr zusammengesetztes Kanalsystem zu bilden. Man wird an die Spaltöffnungen der Pflanzen erinnert und wirklich hat diese Ernährungsweise durch beinahe passive Aufnahme der ernährenden Stoffe aus dem umströmenden Wasser, sowie das Fehlen der nervösen und Sinnesorgane viel Pflanzenartiges.

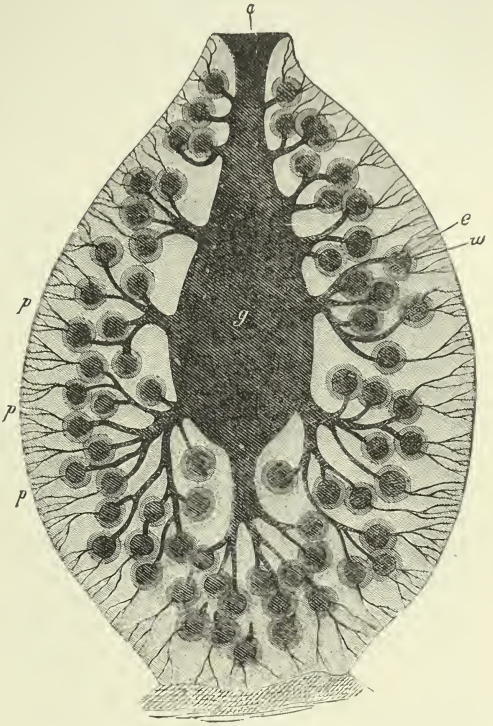


Fig. 81.
Röhrensystem eines Kalkschwamms (Leucon). p Hautkanäle, w Wimperkammern, g Darmhöhle, o Mund.

Die ältesten Schwämme mögen weiche gallertartige Schläuche gewesen sein, von der Form des in Fig. 80 abgebildeten Olynthus, wie wir deren noch heute in den skeletlosen Schleim- und Fleischschwämmen unserer Meere begegnen. Ihnen mögen andere gefolgt sein, die durch Bildung eines festen Skelettes aus Hornfasergeflecht ihr Kanalsystem widerstandsfähiger

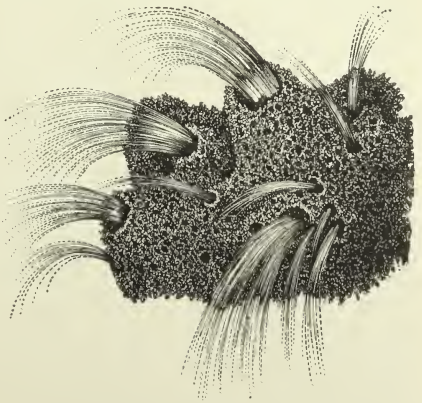


Fig. 82.
Ein Stück Badeschwamm vergrößert.

machten, wie z. B. der bekannte Badeschwamm, dessen wir uns zum Waschen bedienen und den die Abbildung in voller Lebensthätigkeit zeigt (Fig. 82). Es ist dies die gewöhnliche Entwickelungsfolge, der man in allen Verzweigungen der Lebewelt begegnet, daß sich nämlich ursprünglich skeletlose Wesen allmählich durch Ausscheidung härterer organischer oder mineralischer Bestandtheile gegen äußere Angriffe und Unbilden schützen. In der anscheinend etwas jüngeren, aber doch bis zur Primärzeit verfolgbaren Familie der Kalkschwämme lagern sich in der äußern Schicht sehr zierliche, gewöhnlich sternförmig gruppirte Kalknadeln ab, die sich zuletzt zu einem dichteren Netzwerk vereinen (Fig. 83). Bei den Kieselschwämmen sind es Kieselnadeln, wie wir deren in Fig. 77 und 79 gesehen haben, und dieselben bilden in einzelnen Fällen glasartig klare Netzgeflechte von überraschender Schönheit. Mitunter wachsen diese Kieselnadeln zu einem mehrere Zoll langen Borstenbündel aus, wie bei dem als Damenputz benutzten japanesischen Glasschwamm (Hyalonema Sieboldtii), welchen die Tiefseeforschungen der Neuzeit als einen weit verbreiteten Bewohner der von keinen Stürmen getrübten Tiefen der Weltmeere nachgewiesen haben. Man kann sich leicht vorstellen, daß die mit den spitzigen Nadeln erfüllten Schwämme sowohl ein weniger gesuchtes Nahrungsmittel für andere Thiere abgaben, als sonstigen Angriffen besser widerstanden, und so erklärt sich ihre Häufigkeit genügend.

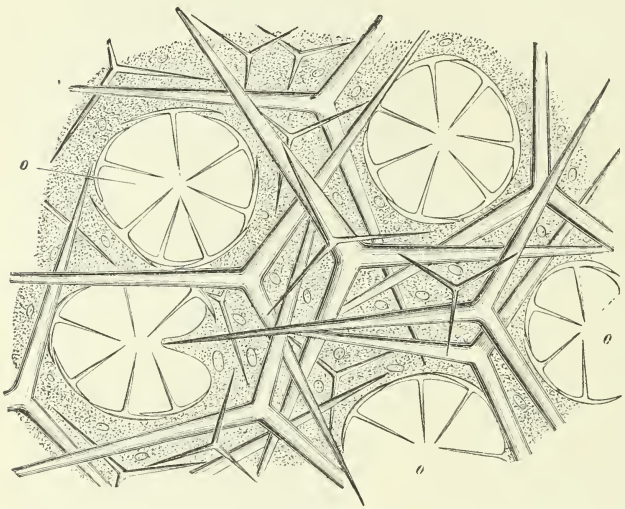


Fig. 83.
Stück der Körperoberfläche eines Kalkschwamms (Sycaltis perforata) vergrößert. Nach Häckel. o Mit einem Nadelkranze umgebene Hautporen.

Die streng durch Versteinerungen verbürgte Geschichte der Schwämme reicht wie die der meisten Organismen nur bis zum Silur zurück, wahrscheinlich weil die älteren Schwämme nicht versteinerungsfähig waren, aber da in jener frühen Epoche schon Vertreter von den meisten der hier in Betracht kommenden Hauptgruppen vorhanden waren, so muß man die Urformen für viel älter halten. Schon damals traten Formen auf, wie wir sie noch heute finden und obwohl ihre Geschichte von günstigen Zeit-Epochen

berichtet, in denen ihre versteinerten Körper ganze Berge (Spongitenkalk) aufhäuften, darf man in ihren Reihen kaum nach einem Aufsteigen zu höher gegliederten Formen forschen. Immer wieder treten neben den unbestimmt knolligen und pilzförmigen Massen die becher-, pokal- und schalenförmigen Gestalten auf, die wir dem Leser in drei Vertretern aus der Kreidezeit (Fig. 84, 85, 86) vorführen und denen man auch in der Jetztwelt vielfach begegnet. Wendet man sich indessen von den, verschiedenen Hauptzweigen des Grundstammes entsprechenden Familien, zu den Arten, so begegnet man

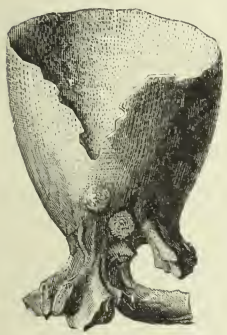


Fig. 84.
Coscinospora cupuliformis.

Fig. 85.
Siphonia ficus.

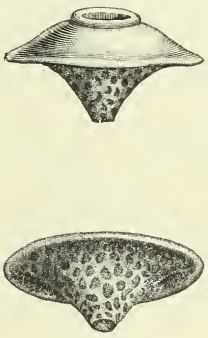


Fig. 86.
Camerospongia fungiformis.

einer solchen Wandlungsfähigkeit, daß die genauesten Kenner derselben erklären, von sogenannten guten Arten, d. h. fest abgrenzbaren Formen, wie man sie bei anderen Lebewesen antrifft, könne bei ihnen gar keine Rede sein. Oskar Schmidt, einer ihrer gewiegtesten Kenner, bezeichnet ihre Untersuchung deshalb für eines der besten Mittel, um mißtrauische und altgläubige Naturforscher zur Umwandlungslehre zu bekehren und Häckel sah aus dem Stocke eines und desselben Kalkschwamm-Individuums so verschieden geartete Sprößlinge hervorgehen, daß sie kein gewissenhafter Systematiker mit demselben Namen zu benennen gewagt hätte. „Die ganze Naturgeschichte der Schwämme", sagt dieser letztere Naturforscher, „ist eine zusammenhängende und schlagende Beweisführung für Darwin".

Wir wenden uns weiter von diesen pflanzenartig dahinlebenden Gestalten der Schwämme und heften unsere Blicke auf eine Art Riff, welches nicht allzutief unter der Oberfläche des Meeres einen prächtigen Anblick darbietet.

Ein leuchtend grüner, kleinblättriger Rasen scheint eine Wiese zu bilden, auf welcher zarte fleischroth-, gelb- oder bläulich angehauchte Blumen von einer märchenhaften Färbung und Durchsichtigkeit der Kelche blühen. Ein unvorsichtiger Ruderschlag und alle diese Blätter und Blumen sind im Nu verschwunden, und wir sehen nichts mehr als die zahlreichen Oeffnungen einer Korallenbank, aus welcher nach und nach, wenn wir uns ruhig verhalten, die grünen Blätter und farbigen Blumen wieder hervorblühen. Wir möchten aus dieser schleunigen Flucht zu schließen geneigt sein, daß wir es mit sehr scharfsinnigen Thieren zu thun haben, allein wenn wir uns einige derselben näher ansehen, so finden wir bald, daß wir auch hier noch nicht viel mehr, als einen etwas zierlicher und vollkommener ausgebildeten Magen vor uns haben, dessen mit einem Tentakelkranz umhegter Magenmund allerdings sehr gefühlvoll und empfindsam ist. Das wegen dieser seiner Mundarme gleich den höheren Weichthieren Polyp genannte Thier der Korallenzweige geht ebenso unmittelbar aus der irgendwo im Meere angesiedelten Gastrula hervor, wie das Schwamm-Individuum, und ist möglicherweise trotz der soviel schmuckeren Tracht ein nur etwas höher gediehener Bruder desselben. Oder mit anderen Worten, die Stammmutter des Polypen-Geschlechtes war derjenigen der Schwammthiere vielleicht auf's Nächste verschwistert. Ein trennender Unterschied aber, der sich schon früh geltend gemacht haben muß, liegt in der Ausbildung kleiner, mit ätzender Flüssigkeit angefüllter Bläschen, anstatt der Poren, Nesselkapseln, die an Fäden hervorgeschnellt werden, und welche sich zur Lähmung von Beutethieren, die dem Magenmunde zu nahe kommen, ausgezeichnet wirksam erweisen, aber den Schwämmen durchweg fehlen. Da diese Nesselkapseln sämmtlichen übrigen Gruppen der Pflanzen-

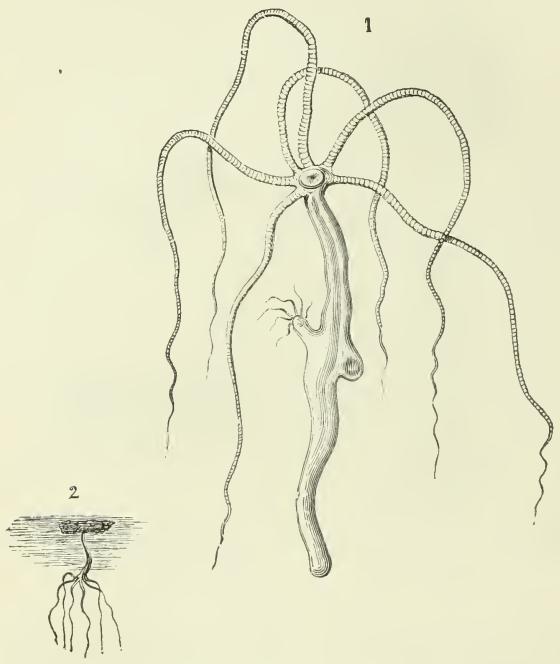


Fig. 87.
Süßwasser-Polyp 1 vergrößert; 2 in natürlicher Stellung und Größe.

thiere zukommen, so deuten sie vielleicht darauf hin, daß die auch sonst abweichend genug gebauten Schwämme, denen sie fehlen, als Angehörige eines vollständig gesonderten Zweiges der niedersten Thiere zu betrachten sind.

Die zweifellosen Glieder der Pflanzenthier-Familie, die Polypen, Korallen und Quallen lassen sich dann ziemlich ungezwungen von dem Typus eines polypenartigen Thieres ableiten, welches jene Nesselzellen besaß, und von dem sie die Angehörigen der andern Gruppen sämmtlich ererbt haben. Jener Urpolyp (Archihydra) der ältesten Meere war vermuthlich unserem, durch Trembley's Versuche über sein Reproductionsvermögen so berühmt gewordenen Süßwasser-Polypen (Fig. 87), dessen Körper durch einzellige, in ihm lebende Algen grün gefärbt wird, ziemlich ähnlich, obwohl er statt der sechs Arme nur deren vier gehabt haben mag. Dieses Thier übte also anscheinend seit den ältesten Zeiten jenes heimtückische Handwerk, welches viele Millionen Jahre später die Nesseln, Skorpionen und Schlangen auf dem Festlande neu aufnahmen. Wenigens haben es die verschiedenartigsten unter seinen Nachkommen, die unschuldigst aussehenden See-Anemonen und Blumen der Tiefe, die schimmernden Polypen der Korallenzweige und Seefedern, Schwimmpolypen und Quallen als Familienerbe gleichmäßig von ihm überkommen. Man nennt sie mit einem zusammenfassenden Ausdruck nach ihrem Aeußern auch Blumenthiere (Anthozoen) oder Nesselthiere (Akalephen).

Als Hydroidpolypen bezeichnete man sonst eine Reihe von Meeres-Polypen, bei denen diese blumenartigen Thiere in besondern, von ihnen abgesonderten festen Röhren wohnen, die entweder einfach bleiben, oder sich strauch- und fiederartig verästeln, so daß zierliche Bildungen entstehen, die eine große Aehnlichkeit mit einem zarten, an den Astspitzen Blumen tragenden Gewächse darbieten. In neuerer Zeit hat man diese Gruppe meist ganz aufgelöst und mit den Medusen vereinigt, weil sich die Polypen vieler Arten im Reifezustande ablösen und frei als Medusen weiterleben, so daß man bei ihnen ein polypoides und ein medusoides Stadium unterscheiden muß. Indessen giebt es auch einzelne Arten, wie z. B. die Sertularien, die niemals Medusen erzeugen, und die Vorfahren der Medusen liefernden Arten dürften solchen Formen geglichen haben.

Von dem innern Bau der höherstehenden Arten werden wir am leichtesten ein Bild gewinnen, wenn wir einen Blick auf Figur 88 werfen, welche den Längsdurchschnitt einer Gerardie darstellt. Durch zahlreiche, gegen die Achse der Leibeshöhle vorgeschobene Einfaltungen der Magenwand werden ebensoviele Magenfächer abgegrenzt, wie Mundarme vorhanden sind, und zwar scheint der Stammvater des Geschlechtes, dessen Gestalt deutlich erkennbar in der Entwicklungsgeschichte vieler höheren Pflanzenthiere wiederkehrt (vergl. Fig. 97, Nr. 4) vier solcher Fangarme besessen zu haben. Als sich diese Armzahl in der Folge vermehrte, was bei den ältesten Korallenpolypen meist zu einem Multiplum der Vierzahl geführt hat, so daß man ihre

Sippschaft als vierzählige Korallen bezeichnet, vervielfachte sich in demselben Maße die Zahl der zwischen ihnen gegen die Mitte vorgeschobenen Magenscheidewände, was wir noch jetzt erkennen können, da sich zwischen je zwei Scheidewänden, dem daselbst stehenden Mundarm entsprechend, eine Kalkleiste absonderte, die einen um so getreueren Abdruck der allgemeinen Grundform dieser Thiere überlieferte, als den ältesten und größten Tentakeln stärkere Sternleisten, den später zwischen denselben eingeschobenen jüngeren Armen,

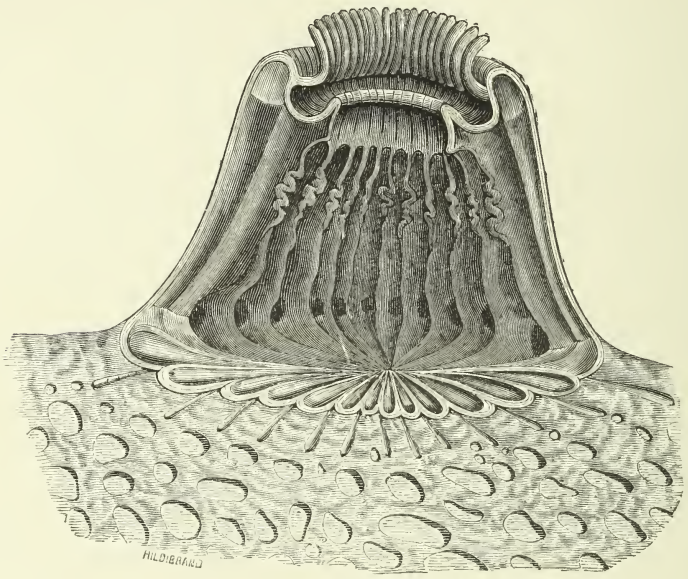


Fig. 88.
Durchschnitt einer Gerardie, um die 4mal sechs Magenfächer zu zeigen, von denen nur die Hälfte sichtbar ist. Die kurzen Tentakel sind eingezogen.

schwächere entsprachen. (Vgl. Fig. 89 u. 90). Die Verkalkung des Stammes und der Leisten erfolgt dabei ähnlich wie bei den Kalkschwämmen, durch Ausscheidung anfangs getrennter Kalkkörperchen, die sich nachher untereinander verbinden. Diesem einfachen Bau entsprechend ist die Ernährung eine sehr eigenthümliche. Unmittelbar aus der Haupthöhle bringt bei diesen Thieren der Strom nährstoffhaltigen Seewassers durch vier oder mehr Magensäcke in ebensoviele Fühler, schwellt dieselben an, und tritt, nachdem die Wandungen den Nahrungsstoff desselben aufgenommen, entweder durch dieselbe Körperöffnung, oder auch wohl in einzelnen Fällen durch besondere Pforten wieder heraus. Man bemerkt deshalb gerade wie um die Oeffnungen der Schwammthiere einen beständigen Strudel um diese mit Armen versehenen Polypen-Mäuler. Bei den Medusen, die nach einem ganz ähnlichen Plane gebaut sind, setzt sich

der Kreislauf der Magenflüssigkeit in ein System engerer Kanäle fort, aber niemals ist bei den Pflanzenthieren ein gesonderter Gefäßapparat vorhanden, in welchem eine erst aus dem Magensaft filtrirte Ernährungsflüssigkeit (Blut) kreiste; Ernährung, Athmung und Bewegung fallen noch zusammen, die Fangarme selbst sind nur durch den Magensaft geschwellte Ausstülpungen der Magenhöhlung. Diesen Mangel einer besonderen, blutgefüllten Leibeshöhle (Cölom) oder vielmehr die Gemeinsamkeit des Raumes für Verdauung und Cirkulation hat den Pflanzenthieren den Namen der Cölenteraten verschafft, der aber wie die meisten solcher Namen insofern nicht völlig ausreichend ist, als sich die niedersten Würmer in dieser Beziehung den Pflanzenthieren ganz ähnlich verhalten und also zu den Cölenteraten gezogen werden müßten, was wieder die klare Uebersicht stören würde.

Die ältesten Polypen und Korallen waren anscheinend vielfach Einzelwesen und zeigten weniger Neigung, als diejenigen späterer Zeiten, durch unaufhörliche Sprossung und Verkettung der Nachkommen lebende Stammbäume zu bilden, bei denen das Alter der einzelnen Theile von oben nach unten zunimmt. Aber diese vierzähligen Gruppen- und Einsiedler-Korallen der silurischen Meere (Fig. 89 und 90) waren dafür ansehnliche Personen, die sich ohne Zweifel ebensosehr durch ihre Schönheit, wie durch ihre Gefräßigkeit ausgezeichnet haben. Die zarten, blumenblattartigen, oft wie aus Tüll oder einem noch zarteren Gewebe gebildeten Arme der Blumenthiere ziehen, was nur immer hinein will, in den unersättlichen Schlund. Einem Thier, welches nicht viel mehr vorstellen will, als einen ausgeputzten Magen, dürfte solche Gefräßigkeit zu verzeihen sein. Die eines festen Gerüstes entbehrenden See-Rosen, See-Anemonen und See-Nelken unserer Meere, diese ihrer Farbenpracht und Zierlichkeit halber vielbewunderten Meerblumen der Aquarien (vgl. Tafel VIII) mögen, von dem Zahlenverhältniß der Arme abgesehen, die Ebenbilder jener einfachen Runzelkorallen oder Rugosen sein, die in den ältesten Zeiten mit zahlreichen Arten die Uferklippen schmückten, aber schon in der Kreidezeit bis auf eine einzige Gattung ausgestorben waren. In den Cereanthiden haben anscheinend noch zwei weniger veränderte Arten dieser vierzähligen Urpolypen unsere Zeit erlebt, und verrathen ihre tiefere Stellung unter ihres Gleichen auch dadurch, daß sie hermaphroditisch sind, während alle übrigen Korallenthiere den Fortschritt der Geschlechter-Vertheilung auf verschiedene Personen zeigen. Natürlich ist bei allen diesen

Fig. 89.
Stauria astraeiformis aus silurischem Kalkstein von Gothland.

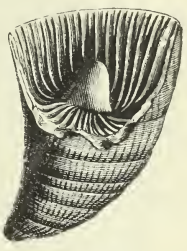


Fig. 90.
Cyathaxonia Dalmani aus den obersilurischen Schichten.

Thieren auch die Fortpflanzung ein Akt des Magens; die an den Sternfalten desselben gelegenen Geschlechtsorgane entleeren die Fortpflanzungszellen in Gemeinschaft der ausgesogenen Nahrungsreste.

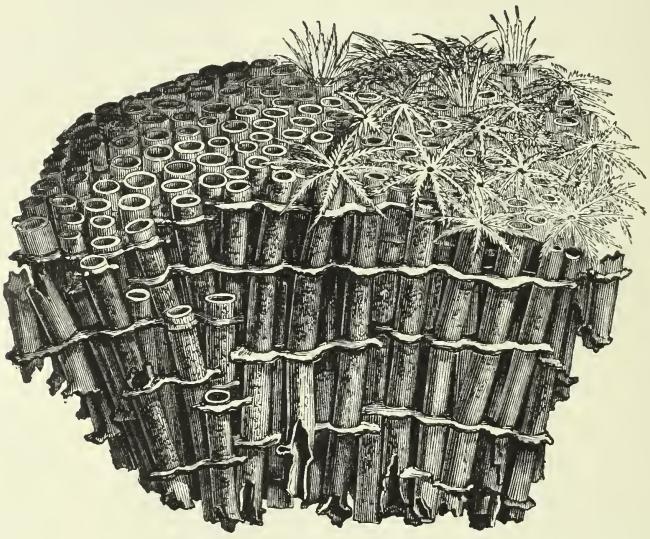


Fig. 91.
Orgelkoralle.

Von den vierzähligen Korallenthieren der ältesten Zeiten, die ohne Zweifel der hypothetischen Grundform am nächsten standen, stammen die beiden auseinanderlaufenden Stämme der sechs- (oder zwölf-) strahligen Korallen als die ältere, und der achtstrahligen als die jüngere Linie ab. Sie bildeten zum Theil ursprünglich gar kein den Magenausstülpungen entsprechendes Sterngerüst aus, sondern begnügten sich den einfachsten Hydroid-Polypen ähnlich mit einem äußeren harten Futterale (Röhrenkorallen), welches zuweilen durch Querwände in mehrere übereinanderliegende Stockwerke getheilt wird (Orgelkorallen). Von den letzteren leben noch einige wenige Arten (siehe Fig. 91); die Röhrenkorallen sind schon in der Steinkohlenzeit aus-

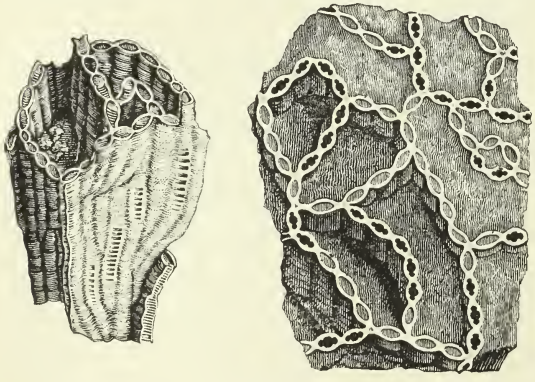


Fig. 92.
Kettenkoralle (Catenipora escharoides) aus dem obersiluriſchen Kalke Gothlands.

gestorben. Während die vierzähligen Korallen der Primordialzeit mit ihrem weitmündigen Sterngerüst wohl untereinander Gruppen bildeten, aber nur ausnahmsweise sich zu größeren dichten geschlossenen Massen vereinigten, begannen die sechszähligen Nachkommen den Vortheil und die Stärke, welche in der Einigkeit liegt, früh zu bethätigen, und so begegnen wir bereits in der Primordialzeit einigen Arten riffbildender Korallen, in denen zahllose Polypenthiere durch Entwicklung einer Zwischenkalkmasse zu einem langsam höher wachsenden Bau vereinigt blieben. Vornämlich waren es die sogenannten Kettenkorallen (Fig. 92), dann aber namentlich Porenkorallen, deren Kalkwandungen mit feinen Oeffnungen übersäet sind, welche derartige Riffe von bedeutender Ausdehnung aufführten, und über deren Bauthätigkeit wir früher (S. 44 bis 46) gesprochen haben.

Die Verbindung der Korallenpolypen zu baumartig verzweigten Stöcken hatte eine eigenthümliche morphologische Umwandlung der ursprünglich regelmäßig strahlig (actinot) gebauten Polypen zur Folge, die einen weiteren Punkt ihrer Blumenähnlichkeit bedingt. Man weiß, daß unter den Pflanzen mit gehäuften Blüthenständen, z. B. bei der Sonnenblume, nur die mittleren Blumen eine regelmäßig sternförmige Krone bewahren, die seitlichen sind unregelmäßig lippen- oder zungenförmig gebaut, sie sind nicht sternförmig, sondern nur zweiseitig (bilateral) symmetrisch und man kann an ihnen Bauch und Rücken, rechte und linke Seite unterscheiden. Den Lippen- und Larvenblumen in den meisten Beziehungen vergleichbar, haben nun auch die seitenständigen Blüthen der Korallenstöcke meist ihre regelmäßige Sternform eingebüßt, aber daß dies nur eine nachträgliche Abänderung war, zeigt das Vorkommen völlig regelmäßig sternförmiger Endpolypen neben den zweiseitig symmetrischen Seitenpolypen. Es war das aber eine wahrscheinlich sehr folgenreiche Einwirkung, denn sie erklärt vielleicht am besten, wie aus den vierzähligen Urkorallen durch Einschiebung zweier neuen (statt vier) Theilstücke, sechszählige Korallen entstehen konnten. Uebrigens sind nicht alle späteren Korallen stockbildend geworden, sondern viele sind einzellebend geblieben oder von neuem geworden, wie die Fig. 93 abgebildete

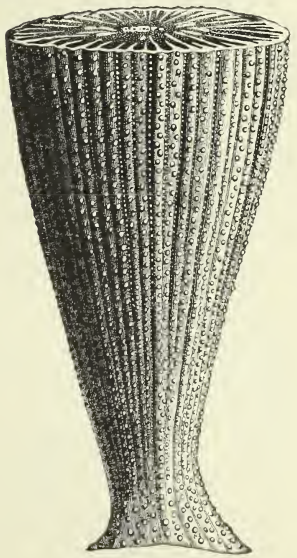


Fig. 93.
Cyathina Bowerbanki.

Koralle aus der Kreidezeit und die bekannten Fleischkorallen (Actinien oder Seerosen) unserer Meere, die sich aber dann auch durch eine bedeutsame Annäherung an die actinote Grundform auszeichnen.

Bei den gesellig zu Hunderten und Tausenden auf einem verästelten Stocke lebenden Polypen, seien es nun ächte Korallen oder ihre Schwestern, die Hydroid-Polypen, zu denen die sogenannten Graptolithen (Fig. 94) gerechnet werden, findet meist eine innere Verbindung der Verdauungskanäle untereinander statt. Alle Mäuler nehmen, wie die Blätter eines Baumes, getrennt Nahrung auf, aber ihre Magenhöhlen münden nach hinten in einen gemeinsamen Ernährungskanal, jedes Thier raubt und frißt für die ganze

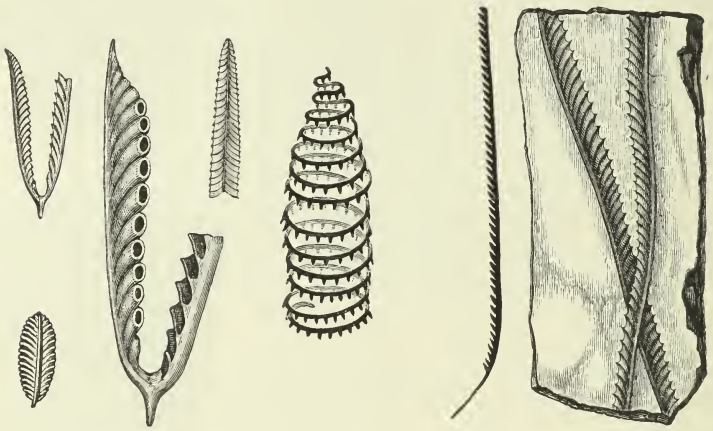


Fig. 94.
Graptolithen aus dem norwegischen, böhmischen und englischen Silur.

Gemeinde und ein gleichmäßiger Nahrungsstrom erfüllt die Lebensader der gesammten Kolonie, um, wie der Saft des Baumes, nicht nur die einzelnen Angehörigen zu ernähren, sondern auch aus den allseitigen Abgaben den Stamm zum Weitersprossen zu kräftigen. Neben ihm verläuft wahrscheinlich auch ein Generalnerv, denn von einem ersten gereizten oder erschreckten Thierchen läuft der Rath, sich zu ducken, schnell von Nachbar zu Nachbar und wie weggeblasen verschwinden die Thierchen bei drohender Gefahr. Bei einzelnen Seefeder-Arten, deren Polypen Licht ausstrahlen, läuft die Parole zum Illuminiren wahrscheinlich denselben Weg, Flämmchen an Flämmchen taucht in schneller Reihenfolge auf, wie die Gasflammen am Rohre eines Illuminationsstückes, und verschwinden ebenso reihenweise, wie diese beim Ausdrehen des Haupthahns. Vielleicht veranstalteten die langen graden oder spiralförmig gewundenen Sägeblätter der Graptolithen (Fig. 94) schon im silurischen Meere derartige Feuerwerke und jedes Zähnchen ihres Randes trug sein Flämmchen, wie heute bei einzelnen Seefedern, die in kunstvoll

geschwungener Flammenlinie einem Handgriffe von solcher Zierlichkeit aufsitzen, als sollte eine Nereide diesen Feuerfächer ergreifen, um damit in dunkler wolkenverhüllter Nacht ihren Weg durch die Wellen zu suchen (Fig. 95).

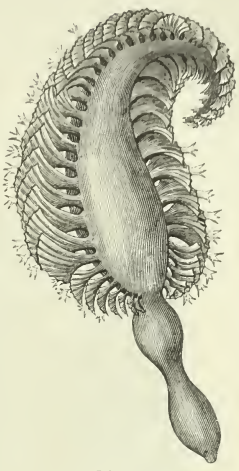


Fig. 95.
Pteroeides spinosum.

Geistige Fähigkeiten darf man bei diesen Magenthieren natürlich nur in einem sehr bescheidenen Maße vermuthen. Man hat sich durch Zwischenschieben von Glasplatten und durch andere Mittel überzeugt, daß die See-Anemonen ihre Beute nur durch den von dieser hervorgebrachten Strudel zu unterscheiden vermögen, Gesichts-, Gehörs-, Tast- und Geruchssinn scheinen noch zu einer Art von Allgemeingefühl verschmolzen zu sein. Etwas weiter in dieser Beziehung dürften es die Blüthen am Stamme der Pflanzenthiere gebracht haben, welche sich im vorgerückten Alter von dem Stengel ablösen, auf welchem sie als Knospen erschienen und aufblüheten, um ein freies Wanderleben zu führen, wie die männlichen Blüthen der vielbesungenen Vallisneria — einer Wasserpflanze der Rhone und anderer südeuropäischen Flüsse — sich von ihrem Stengel ablösen, um schwimmend die Weibchen zu erreichen. Wir sprechen von den höchstentwickelten Pflanzenthieren, den Medusen oder Quallen, welche in Gestalt durchsichtiger, zart gefärbter Hutpilze im Meere meist in dichten Schaaren vermöge rhythmischer Zusammenziehungen ihrer Glocken umherschwimmen, und mit Hülfe von vierzähligen Fangarmen, die im Kreise um die nach unten gerichtete Mundöffnung gestellt sind, Nahrung in dieselbe hineinziehen. Unter ihnen muß man zwei durchaus verschiedene Abtheilungen unterscheiden, die bei aller äußerer Uebereinstimmung wesentliche innere Verschiedenheiten darbieten, und höchst wahrscheinlich aus ganz verschiedenen Polypen-Gruppen hervorgegangen sind. Die einen, welche man nach dem Besitze eines schleierartigen Hautsaumes am unteren Glockenrande Schleierquallen nennt, stammen wahrscheinlich von Hydroidpolypen ab, deren Röhre keine Scheidewände besaß. Das sich zunächst aus der Darmlarve entwickelnde Thier bildet meist einen verästelten Stamm, wie die gewöhnlichen Hydroidpolypen und die jungen Medusen erscheinen als Nebenknospen an diesem Stamme (Fig. 96),

Fig. 96.
Syncoryne mit einer Anzahl daran knospender Medusen auf verschiedenen Entwicklungsstufen (a, b, c, d, e).

den sie nachher verlassen, um als freilebende Geschlechtsthiere die andre Hälfte ihres Daseins zu vollbringen. Dieser Vorgang ist dadurch höchst lehrreich, weil er uns klarer als in irgend einem anderen Falle das sogenannte biogenetische Grundgesetz erläutert, nach welchem das Individuum in seiner Entwicklung die Stufen kurz zu wiederholen hat, welche seine Ahnen durchlaufen haben, indem sie in ihrer Organisation weiter fortschritten. Denn es kann hiernach wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß sich in ähnlicher Weise ursprünglich die Geschlechter der Schleiermedusen aus Hydroidpolypen entwickelt haben.

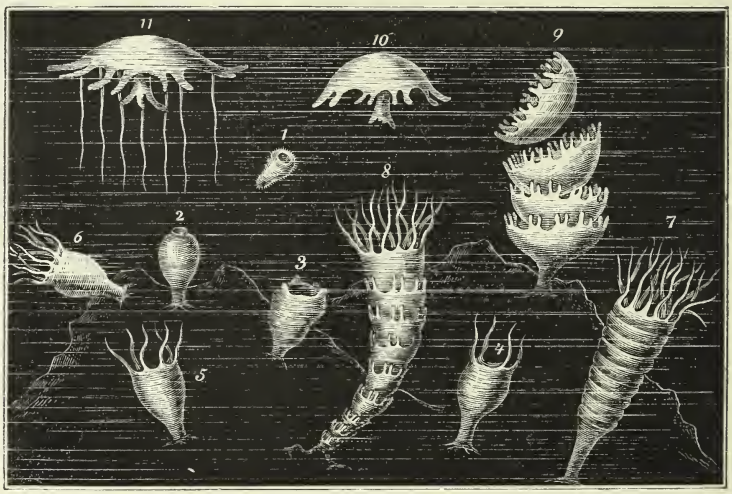


Fig. 97.
Entwicklung der Ohrenqualle (Medusa aurita).

Die höherstehenden Bechermedusen, zu denen viele besonders schöne und große Arten gehören, zeigen dagegen nach Häckel durch ihren innern Bau, und namentlich durch das Vorhandensein von Magenfäden an, daß sie von Becher-Polypen abstammen, deren Magenraum durch vier vorspringende Leisten in vier Nischen getheilt wird. Diese Medusen-Familie steht daher den Korallen näher, und da einzelne von ihnen, wie die Laternen-Qualle (Lucernaria) durch einen vom Rücken der Scheibe ausgehenden Stiel wieder auf den Boden festwächst, so glauben einzelne neuere Forscher sogar, die Korallen möchten aus solchen Quallen entstanden sein. Auch die Entwickelung dieser höheren Quallen bietet sehr merkwürdige Erscheinungen. Der schwedische Pastor Sars glaubte kaum seinen Augen trauen zu dürfen, als er vor einem Vierteljahrhundert zum ersten Male die Entwickelung der gemeinen Ohrenquallen verfolgte, welche in der Ost- und Nordsee den Badenden oft zu Hunderten umgaukeln. Er sah sie aus ihrer Mundöffnung Eier aus-

werfen, welche sich zur Darmlarve (Fig. 97$_1$) entwickelten, die alsdann ganz wie ein gewöhnlicher Polyp sich mit dem der Mundöffnung entgegengesetzten Ende festsetzt, die Wimpern verliert und erst vier, dann mehr Fangarme rings um die Mundöffnung hervortreibt. In diesem Zustande gleicht das junge Thier einem gewöhnlichen festsitzenden, glockenförmigen Polypen, ebenso wie der junge Frosch im Kaulquappenzustande einem Fische gleicht. Aber das dauert nicht lange; das Thier erhält dicht unter seinem stark vermehrten Fühlerkranze eine ringförmige Einschnürung, der eine zweite, dritte u. s. w. folgen, bis das Ganze aussieht, wie ein Baumkuchen oder ein Satz Teller, dessen oberster den Fühler- oder Tentakelkranz trägt. Bald darauf brechen aus dem Rande jeder einzelnen dieser Abtheilungen ebenfalls kurze Fortsätze hervor. Die einzelnen Abschnitte, die auseinander hervorgesproßt sind, trennen sich endlich durch Vertiefung der Einschnürungen von einander und jede bildet wieder eine junge Meduse, deren Fangarme und übrigen Organe nunmehr völlig auswachsen, nachdem sie ihre Selbstständigkeit erlangt hat. Dieser als Generationswechsel bezeichnete Vorgang kehrt bei verschiedenen höhern Medusenarten in ähnlicher Weise wieder und namentlich erscheint die letzte Larvenform (Fig. 97 $_{10}$ und $_{11}$) mit acht Sinneskolben und 16 Randlappen, so regelmäßig im Entwicklungsgange der verschiedensten Medusen-Arten dieser Klasse, daß ihr Häckel einen besondern Namen (Ephyrula-Larve) beigelegt hat, und sie als das Nachbild der Stammform (Ephyräa) dieser ganzen Abtheilung betrachtet, während sehr wenig veränderte Nachkommen einfachsten Baues (Ephyra u. A.) auch heute noch existiren. Besonders wichtig ist dabei noch der Umstand, daß bei einzelnen Angehörigen dieser Fürsten unter den Pflanzenthieren und namentlich auch bei der Ohrenqualle, die Entwickelung gelegentlich sich abkürzt, indem sich die Darmlarve nicht erst in einen festsitzenden Polypen, sondern mit Ueberspringung mehrerer Zwischenstufen gleich direkt in eine jugendliche Medusenlarve umwandelt. Ganz ähnliche Abkürzungen finden in der Entwickelungsgeschichte der höheren Thiere sehr allgemein statt, denn sonst müßte jedes Individuum auf seinem Lebenswege bei sämmtlichen Vorstufen verweilen, die seine Ahnen erreichen mußten, und das wäre bei den höchsten Thieren ein langer Weg, aber nur selten ist, wie von Häckel bei der Ohrenqualle, die allmälige und die abgekürzte Entwicklung bei verschiedenen Individuen ein und derselben Thierart beobachtet worden. Die Schwimmpolypen sind in jeder Beziehung höher organisirte Thiere als die festsitzenden Polypen. Das Gefäßsystem ist zwar immer noch kein eigentliches, sondern ein einfacher Kreislauf-Apparat, der vom Magen ausgeht, jedoch von etwas höherer Ausbildung. Ebenso hat man bei ihnen auch Andeutungen von Sinnesorganen entdeckt und die Anfänge eines Muskelsystems sind gleichfalls vorhanden.

Eine sehr eigenartig ausgebildete Gruppe der Bechermedusen bilden die sogenannten Wurzelquallen, von denen wir eine Art (Rhizostoma Cuvieri)

in Fig. 98 dargestellt sehen. Bei ihnen ist die bei den gewöhnlichen Quallen von der Mitte der Scheibe herabhängende allgemeine Mundröhre zugewachsen, dagegen haben sich die Fangarme verbreitert und durch Zusammenlegen der Ränder in Röhren verwandelt, die meist in Folge krausenartiger Randfaltungen in zahlreiche Aeste ausgehen, welche durch viele feinere Oeffnungen nach außen münden. Uebrigens sind diese Mundöffnungen sehr dehnbar, und es können bei verschiedenen Arten auch größere Beutestücke aufgenommen werden, deren Verdauung dann bereits in den Arm-Röhren beginnt. Sie sind als eine für sich bestehende Gruppe zu betrachten, die sich aus den gewöhnlichen Becher-Medusen entwickelt hat.

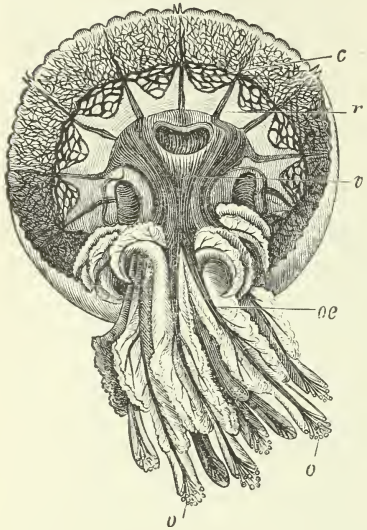


Fig. 98.
Rhizostoma Cuvieri.
o Mundöffnungen der Arme. oe Speiseröhren. v Magen. r Radial-Kanäle. c Zweig-Kanäle.

Bei den sogenannten Siphonophoren oder Röhrenquallen (Fig. 99) trennen sich die einzelnen Medusen nicht von dem Polypenstamme, aus dem sie hervorsprossen, sondern bleiben vereinigt, wie die Polypen des Korallenstocks und bilden einen großen schwimmenden Thierstaat in höchst merkwürdiger Ausbildung. Während unter den Angehörigen eines Korallenstockes keine anderweite Arbeitstheilung, als höchstens die Trennung in Männchen und Weibchen, eintritt, gewahren wir hier die Vertheilung der einzelnen Geschäfte auf verschiedene Individuen in einer Durchführung, wie sie uns kaum unter den Insekten in ähnlicher Weise noch einmal entgegentritt. Manche dieser Thierstaaten, wenn sie in südlichen Meeren dahergezogen kommen, gehören zu den prachtvollsten Phänomenen des an Schaustücken wahrlich nicht armen Ozeans. Sie gleichen einer krystallenen Guirlande, die mit Blättern, großen Blumen, Trauben und anderen Früchten dicht und in schöner Abwechselung besetzt erscheint, denn die Einzelthiere nehmen je nach der ihnen zugefallenen Staatsarbeit sehr ungleiche Gestalten an. An der Spitze des Staatsdarms, von welchem sämmtliche Bürger ihre Nahrung empfangen, obwohl nur einzelne mit der Herbeischaffung derselben beschäftigt sind, schwimmt, die Stelle des Staatsoberhauptes einnehmend, eine leere Luftblase. Zunächst unter ihr folgen eine Reihe sogenannter Lokomotiven, welche durch rhythmisches Einziehen und Wiederausstoßen des Wassers aus ihrer Mundöffnung das Staatsschiff bewegen. Nun folgen in abwechselnder Reihe die Freßpolypen, welche häufig einer großen Glockenblume gleichen und einen langen ver-

zweigten Nesselfaden als Angelruthe zum Heranziehen der Beute neben sich haben, Tastpolypen mit einem ähnlichen einfachen Faden als Tastorgan, endlich männliche und weibliche Geschlechtsthiere, alle von verschiedener Gestalt. Mitunter finden sich zwischen diesen Beamten zahlreiche zurückgebildete Polypen, welche die Form eingeschnittener Blätter annehmen und als Deckschuppen dienen, um den zwischen ihnen vertheilten Gemeindegliedern Schutz zu bieten. So haben sich zuweilen sieben verschiedene Thierformen in die laufenden Geschäfte getheilt, um auf niederer Stufe der Allgemein-Organisation etwas Aehnliches zu erreichen, wie es der höhere Organismus durch seine zu einem festen Ganzen vereinigten Organe bewerkstelligt. Die Arbeitstheilung, welche sonst, mit Ausnahme der wichtigen Geschlechtsfunktionen, meistens nur unter den Individuen erster Ordnung unter den Zellen und den von ihnen gebildeten einfachen Geweben vor sich geht, hat sich hier der Einzelthiere bemächtigt, um ein zusammengesetztes Thier dritter Ordnung zu bilden, dessen Betrachtung äußerst lehrreich ist für das Verständniß des einfachen Thieres, welches ebenfalls als ein Gemeinwesen aus dem Ganzen untergeordneten Theilen betrachtet werden kann. Die Herleitung der Röhrenquallen oder Schwimmpolypen ist in verschiedener Weise versucht worden. Man kann entweder mit Balfour annehmen, daß das zusammengesetzte Thier durch Sprossung aus einer Meduse entstehe, oder daß Stöcke von Hydropolypen Schwimmvermögen erlangt haben, worauf die Arbeitstheilung unter den einzelnen miteinander verbundenen Medusen als das Werk allmäliger Vervollkommnung betrachtet werden muß.

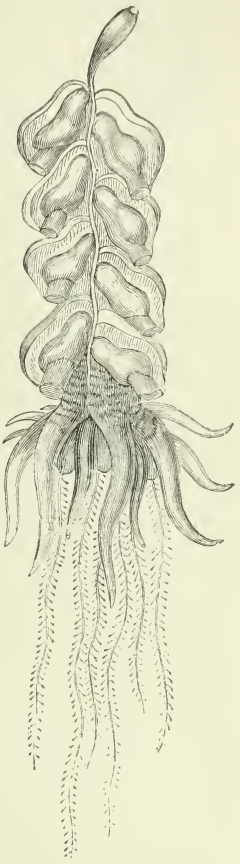


Fig. 99.
Physophora hydrostatica.

Viel mehr Mühe verursachte ursprünglich die Herleitung der sogenannten Rippenquallen (Fig. 100) zweiseitig symmetrisch gebauter Thiere von den strahlig (actinot) gebauten Medusen. Sie verdanken ihren Namen den meist an ihrem Körper hervortretenden acht Rippen oder Leisten, die mit kammförmigen Schwimmplättchen mit Flimmerhaaren besetzt sind. Aber im Jahre 1879 entdeckte Häckel eine Meduse (Ctenaria ctenophora), die in allen Punkten ein Mittelglied zwischen den gewöhnlichen Schleierquallen und Rippenquallen darstellt. C. Chun konnte bald darauf in seiner Monographie der letzteren Gruppe die Häckel'sche Auffassung, wonach die Rippenquallen von Schleierquallen abstammen, durch die Entwicklungsgeschichte be-

stätigen, wobei sich zeigte, daß die zweiseitige Symmetrie sich früh bei den jungen Larven geltend macht. Derselbe Beobachter zeigte ferner durch embryologische Studien, wie sich auch die extravagantesten Formen unter den Rippenquallen wieder von den einfacheren herleiten lassen. Bei dem Venusgürtel (Cestum Veneris), einer Rippenqualle des Mittelmeeres, hat sich das Thier nach zwei gegenüberliegenden Seiten dermaßen entwickelt, daß es die Gestalt eines ellenlangen, in allen Regenbogenfarben schillernden Gürtels erlangt hat, welcher mit den elegantesten Schlängelungen und Wellenlinien im Wasser fluthet. Aber in seiner Jugend zeigt dieses bandförmige Thier eine kuglige Form und eine Vertheilung der Magengefäße, Rippen und Schwimmplatten wie die hier abgebildete Art, worauf eine sehr durchgreifende Umbildung aller Theile sie in das gürtelförmige Wesen umwandelt, während fast nur die Lage des den Gürtel in der Mitte quer durchsetzenden Mundtrichters und Nahrungskanals dieselbe bleibt.

Fig. 100. Rippenqualle (Pleurobrachia pileus).

So finden wir also schon unter diesen einfachst gebaueten Thieren eine überraschende Mannigfaltigkeit der Formentwickelung und schließlich sogar eine Annäherung an den zweiseitig symmetrischen Bau der höheren Thiere. Man hat sie denselben gewissermaßen als noch nicht vollblütige Thiere, als Pflanzenthiere gegenübergestellt. Und wenn man die Medusen, diese unruhig dahinflatternden Schmetterlinge des Meeres ausnimmt, muß man sagen, daß die Familie wirklich, ihrem Namen entsprechend, eine große Pflanzenähnlichkeit besitzt. Das Auseinanderhervorsprossen, der gemeinsame Nahrungsstrom, die stille Lebensweise, die Zertheilbarkeit, das Stehenbleiben der Gesammtorganisation auf der Stufe des Magens, Alles das sind Pflanzen-Charaktere, und selbst die Schwimmpolypen gleichen einer Blumenguirlande. Bei Pflanzen und Pflanzenthieren liegen die seelischen Thätigkeiten tief darnieder, weil ein Centralorgan für dieselben fehlt, und auch auf die letzteren könnte man die schönen Worte, welche Aristoteles über die Psyche der Pflanzen sprach: sie liegen in einem tiefen, nicht zu verscheuchenden Schlummer, anwenden. Die Scheu Réaumur's, den Namen Peyssonels, der zuerst gewagt hatte, die Korallen als Thiere zu bezeichnen, nur zu nennen, um ihn nicht dem Gespötte preiszugeben, zeigt immerhin von einem tiefen Studium der Korallenthiere, welche Pflanzenähnlichkeit genug bieten, um über ihre wahre Natur zu täuschen. Zwar zeigen sich bei den Polypen Anfänge von Schlundnerven und bei den Medusen von einfachen Sinnesorganen, die von einem das Thier umgürtenden und zu Nervenknoten (Ganglien) anschwellenden Nervenring ausstrahlen, aber es sind eben nur Anfänge, die man kaum mit Bestimmtheit, je nach ihrer verschiedenen Bildung, als Gehörs- und Gesichts-

organe zu deuten wagt. Die Centralisirung der geistigen Thätigkeiten, welche in den höchsten Thieren auch am weitesten getrieben ist, beschränkt sich hier noch auf eine bloße Verbindung der nervösen Elemente untereinander. Wir werden daher auch die Entstehung der Sinnesorgane und des Nervensystems besser und im Zusammenhange bei den viel weiter in der Centralisirung vorgeschrittenen Wurmthieren betrachten, wobei auf die einfachen Verhältnisse, wie sie sich bei niederen Pflanzenthieren finden, Rücksicht genommen werden wird. Dem festsitzenden Thiere konnte die Ausbildung führender und sorgender Organe ebensowenig wie der im Boden wurzelnden Pflanze etwas nützen, die Empfindungsfähigkeit verblieb daher in mehr oder minder starkem Maße allen dicht unter der Oberhaut liegenden Theilen (sogenannten Nervmuskelzellen) und nur die freibeweglichen höchsten Pflanzenthiere bedurften eines kleinen Vorzugs in Gestalt einfachster Sinnesorgane.

Wohl bei keiner andern Thierklasse konnte der Stammbaum so im Einzelnen dargelegt werden, als es unter den Pflanzenthieren namentlich durch die Arbeiten Häckels für jene Abtheilung geschehen ist, die man als die Nesselthiere (Acalephen oder Cnidarier) zusammenfaßt. Als gemeinsame Urform können unbedenklich unsrem Süßwasser-Polypen nahestehende Thiere angenommen werden. Aus ihnen entwickelten sich zunächst als zwei divergirende Hauptgruppen einerseits die Hydropolypen ohne Magenleisten, und die Becherpolypen mit Magenleisten. Aus ersteren gingen dann diejenigen Hydropolypen und Hydrokorallen hervor, die keine Magenleisten besitzen und niemals Medusen bilden, später die Schleier-Medusen erzeugenden. In ganz analoger Weise entwickelten sich aus verschiedenen Zweigen der Becher- oder Leisten-Polypen einerseits die Korallen- und See-Anemonen, die niemals Medusen erzeugen, andererseits die Bechermedusen. Von den Schleiermedusen lassen sich schließlich leicht die Rippenquallen (und auch die Röhrenquallen) ableiten, während die Bechermedusen sich in Scheibenquallen und Wurzelquallen gliederten. Die meisten dieser Thiere gehören der weiten Fläche des offenen Meeres, dessen schönste Schmuckstücke sie, namentlich im Süden, bilden. Nur wenige der einfachsten Polypenformen haben sich an das Leben im Süßwasser gewöhnen können, und in den letzten Jahren hat man auch einige kleine Medusen-Arten entdeckt, die im süßen Wasser leben, und von denen die erste in einem Londoner Victoria-Hause aufgefunden wurde. In dem brakkischen Wasser der Flußmündungen halten sich verschiedene Arten und mögen so durch Emporwanderung in die Mündungen allmälig an Süßwasser gewöhnt worden sein. Der Stamm reicht seiner niederen Organisationshöhe entsprechend, weit in der Erdgeschichte zurück, und selbst von der im Allgemeinen am höchsten entwickelten Gruppe der Medusen hat man in neuerer Zeit bereits unzweifelhafte Abdrücke aus kambrischen Schichten entdeckt.

VII.

Die Vorläufer der höheren Thierformen.

(Würmer und Wurmverwandte.)

Wer den Ton gefunden,
Der im Grund gebunden
Hält den Weltgesang,
Hört im großen Ganzen
Keine Dissonanzen,
Lauter Uebergang.

Rückert.

Im entschiedensten Gegensatze zu der im vorigen Kapitel betrachteten wahrhaft konservativen Partei der Pflanzenthiere, deren Mehrzahl sich früh dem Stillestand und einer festsitzenden Lebensweise hingab, ging aus denselben Anfängen die Partei der Fortschrittler hervor, denen zu allen Zeiten die Zukunft gehörte. Die Gruppe dieser aus einer äußerlich gleichen Darmlarve (Gastrula Fig. 76 B) hervorgegangenen Ur-Wurmthiere der Vorzeit bewahrte ihre Freiheit, als hätte sie den weiten Weg, der zurückzulegen war, geahnt, und der Versuch, sich Fortkommen und Nahrung selbst zu suchen, statt im passiven Verharren die Dinge über sich ergehen zu lassen, wurde der Anlaß zur Ausbildung vollkommener Bewegungs- und Sinnesorgane. Die Darmlarve streckte sich in ihrem Vorwärtsstreben etwas länger, behielt ihre Flimmerhaare, die, wenn nicht zum Schwimmen, doch dazu dienen konnten, das lufthaltige Wasser an der Hautoberfläche für die Athmung zu erneuern und wurde ein — Wurm. Dieser Urwurm war aber wahrscheinlich zunächst nicht viel mehr als eine langgestreckte Gasträade mit einfacher, gleichzeitig als Mund und Kloake dienender Leibesöffnung, ohne Gefäßsystem, Muskeln und Gliedmaßen. In den Strudelwürmern der Meere und Süßwasser können wir noch heute sehr einfach organisirte Würmer sehen, obwohl sie immerhin schon etwas complicirter gebaut sind, als es die unmittelbaren Nachkommen der Gasträa gewesen sein können. (Fig. 101.) Eine der ersten Weiterbildungen, die bei diesen Urwürmern eingetreten sein muß, war die Ver-

mehrung der beiden Zellenschichten des Darmthiers zu drei oder vier Schichten, die den vier Keimblättern der jungen Anlagen aller höhern Thiere entsprechen. Während der Körper der meisten Pflanzenthiere zeitlebens nur aus den beiden ersten Zellenschichten besteht, die den von Pander entdeckten primären Keimblättern der höhern Thiere homolog sind, nämlich dem die Innenwand der Gastrula auskleidenden Magen- oder Innenblatt (Entoderm) und dem sie bedeckenden Hautblatt, oder äußern Keimblatt (Exo- oder Ectoderm, vergl. Fig. 76), bildet sich bei den höhern Thieren zwischen diesen beiden primären Zellenschichten bald noch ein sekundäres, mittleres Keimblatt (Mesoderm) — resp. zwei mittlere Keimblätter — und die Anlage und Umbildung dieser drei oder vier Keimblätter kehrt bei allen höhern Thieren in ähnlicher Weise wieder, so daß man von einer Homologie der Keimblätter durch das gesammte Thierreich spricht. Diese Homologie oder Gleichwerthigkeit spricht sich außer in der gleichen Entstehungsweise und Folge, namentlich darin aus, daß aus dem äußern Keimblatt überall die Hautbedeckungen hervorgehen, während aus dem innern Keimblatt die Verdauungswerkzeuge, und aus dem mittleren die Muskelsysteme der äußern und innern Organe entstehen. Bei den niedersten Thieren betheiligen sich entweder alle, oder nur die Hautzellen an der Hervorbringung der erforderlichen Bewegungen. Die Ausbildung besonderer Bewegungs- (d. h. Muskel-) Zellen bedeutet einen wichtigen Fortschritt im Sinne der Vervollkommnung des thierischen Körpers auf dem Wege der Arbeitstheilung. Der Wurm begann in einer bestimmten Richtung am Meeresboden zu kriechen, und dieser erst von seinen späteren Nachkommenen aufgegebenen und heute mit Verachtung betrachteten Bewegungsform verdanken alle seine Nachkommen den Gegensatz von vorn und hinten, von Bauch und Rücken, von rechts und links. Oder mit andern Worten, die für die höchstentwickelten Thiere so charakteristische zweiseitige (bilaterale) Symmetrie findet sich bereits bei den niedersten Würmern, die kaum mehr waren als ein langgestreckter Magen, mit der Fähigkeit der Fortbewegung in bestimmter Richtung. Wie sich die allgemeine Zusammenziehbarkeit der Eiweißsubstanz auf ein vorzugsweise contractiles Gewebe (Muskel) zurückgezogen, so mußte auch die allgemeine Reizbarkeit, welche schon den Moneren zukömmt, bestimmten Gewebspartieen

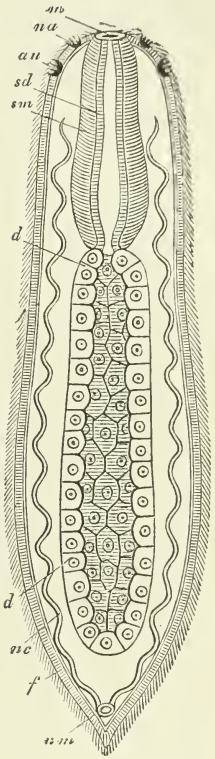


Fig. 101.
Strudelwurm
(Rhabdocoelum). m Mund. sd Schlundepithel. sm Schlundmuskulatur. d Magendarm. nc Nierenkanäle. nm Nierenmündung. au Auge. na Geruchsgrube.

als ausschließliche Leistung zufallen, um das Mehr zu leisten, welches der bewegliche Organismus gegenüber den Pflanzen und festgewachsenen Pflanzenthieren bedurfte.

Die Forscher unserer Tage, welche die Entwicklung der höheren Wirbelthiere auf das Genaueste verfolgten, wurden durch die merkwürdige Thatsache überrascht, daß sich das Nervensystem und die sämmtlichen Sinnesorgane aus denselben Elementen des Embryo hervorbilden, welche die Grundlage der Bedeckungen des Körpers hergeben, aus dem dieserhalb so genannten Hautsinnesblatt. Das scheint im ersten Augenblick ein sehr auffallendes und sonderbares Verhältniß, allein wenn wir darüber nachdenken, wie Nerven- und Sinnesorgane in der Natur entstanden sein können, so werden wir bald einsehen, daß dies nur durch die Einflüsse der äußern Kräfte, der Wärme, des Lichtes, Schalles u. s. w. auf die Oberhaut geschehen sein kann. Während bei den Urthierchen die Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse dem Protoplasma im Allgemeinen eigen sein mußte, beschränkte sich diese Fähigkeit, nachdem eine Sonderung in Oberhaut und Magen eingetreten war, auf erstere, um sich in dieser Beschränkung als Meister zu bewähren. Wie unsere Haut nur noch das sogenannte Allgemeingefühl vermittelt, besaß die Haut der ältesten Thiere ein noch viel allgemeineres Allgemeingefühl; sie empfand nicht blos mechanischen Druck und Wärme, sondern auch die Licht- und vielleicht sogar die Schallschwingungen. Bei dem gewöhnlichen Süßwasserpolypen, dessen Körper nur erst aus zwei Schichten besteht, bemerkt man, daß Hautzellen, die sich einseitig faserförmig verlängern, am äußern Ende reizbar, am innern zusammenziehbar sich erweisen (Fig. 102), also die Thätigkeiten von Nerv und Muskel an ihren Polen zeigen. Bei den Plattwürmern, wo schon Nervenspuren auftreten, haben sich diese beiden Funktionen bereits gesondert, die Nervmuskelzelle ist durch Nerven- und Muskelzellen ersetzt. In ähnlicher Weise waren alle Sinnesorgane ursprünglich nichts anderes, als empfindliche Theile der Oberhaut, von denen sich sodann Nerven in das Innere des Körpers ausbreiteten. Indem diese neuen nervösen Organe vornämlich an dem voraustastenden Theile, der auch den Mund trug, entstanden, mußte sich hier ein Sammelpunkt von Sinnesorganen, ein in der Folge leitender Theil, der Kopf, bilden (vergl. Fig. 101). Und wie das Urprotoplasma zugleich Oberhaut und Magen, Muskel und Nerv, Gesichts-, Gefühls-, Geschmacks- und Geruchsorgan sein mußte, so dürfen wir uns nicht wundern, daß die Sinnesorgane bei den Würmern mitunter als Universal-Organe auftreten, die man noch weder Augen, Taster, Zungen u. s. w. nennen kann, weil sie Alles zugleich vorstellen.

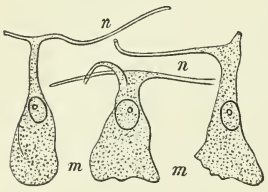


Fig. 102.
Nervmuskelzellen von Hydra.
n Aeußere nervöse,
m innere muskulöse Hälfte.

Claus, von Leydig, Ranke und andere Zoologen haben solche

Allgemein- oder Uebergangssinnesorgane unter andern noch bei unserm Blutegel, einem bereits sehr hoch entwickelten Wurm, nachgewiesen. Am Kopfe und insbesondere auf den Sauglippen dieser Thiere, sowie auch an anderen Körperstellen, treten beim Vorwärtsbewegen dunkle stäbchenförmige Wärzchen hervor, die an der Spitze einen gewölbten Glaskörper besitzen, und offenbar für Licht empfindlich sind. Trifft diese Stellen plötzlich ein starker Lichtreiz, so ziehen sie sich wie die Fühleraugen der Gartenschnecken schnell in die Haut zurück und verschwinden in einem Grübchen, so daß es aussieht, als schlössen sich die Augen. Sobald aber das Thier, die nächsten Gegenstände gleichsam absuchend, wieder den Kopf streckt, treten diese Papillen von Neuem hervor, und es scheint, daß es sogar in dem Vermögen des Thieres liegt, den lichtempfindlichen Krystallkörper an der Spitze stärker zu wölben oder abzuplatten, je nachdem es nähere oder fernere Gegenstände in Augenschein nimmt. Andererseits kann man, wenn man der Egellippe ein Stück Glas nähert, bemerken, wie die an ihrem Rande stehenden Augenwärzchen zunächst auch als Tastwärzchen benützt werden, so daß sie, wie Leydig sagt, mit ihren Augen den lichten Gegenstand gleichsam betasten. Er läßt es unentschieden, ob diese Augen nur im Stande seien, hell und dunkel zu unterscheiden, oder ob sie, wie aus dem Wandlungsvermögen des Glaskörpers wahrscheinlich wird, gleichzeitig auch die Form der Gegenstände wahrnehmen können.

Außer diesen einfachen Tastwärzchen mit lichtempfindlicher Spitze bemerkt man am Kopfe eine beschränktere Anzahl von zusammengesetzten Augen, von Glaskörperchen, die auf den Wandungen einer becherförmigen schwarzen Vertiefung liegen und früher für die alleinigen Sehorgane gehalten wurden. Man sieht hier die Anfänge des facettirten Auges der Insekten, wie des einfachen der meisten andern Thiere nebeneinander. Aber beim Blutegel scheinen diese „Tastaugen" noch einer dritten und vierten Empfindungsvermittlung zu dienen, der bei Wasserthieren meist verschmolzenen Geschmacks- und Geruchsempfindung. Es ist aus der ärztlichen Erfahrung bekannt, wie sehr empfänglich diese Thiere für Geschmacksempfindungen sind — man lockt sie durch Süßigkeiten zum Saugen — wie sie sich entschieden weigern, auf nicht ganz reinen, oder stark ausdünstenden Hautstellen anzubeißen. Nun finden sich aber keine andern mit Nervenausbreitungen versehene Höhlungen als jene durch Zurückziehung der Tastaugen entstandenen Grübchen, in der Nähe der Lippen, und da sie sich beim Ansaugen mit Blut füllen, so halten Claus und Ranke sie für ausgebildete Augen, die zugleich noch tasten und schmecken. Einzelne Sinnesorgane, wie der Tast- und Wärmesinn u. s. w., haben sich für immer an der Oberhaut niedergelassen, andere zogen sich in nach außen offene Gruben (Geruchs- und Geschmackssinn) oder in ganz abgeschlossene Höhlungen zurück, wie die edleren Sinne des Gesichts und Gehörs. Aber um das gleich hier auszusprechen, alle diese oft höchst zweckmäßig und wunder-

bar eingerichtet erscheinenden Sinnesorgane sind es erst durch sehr allmälige Anpassung geworden und treten, wenn wir sie bis zu ihren Anfängen verfolgen können, in höchst unvollkommener Gestalt auf. Das Auge ist anfangs meist nur ein dunkler gefärbter Fleck der Haut, der sich im Sonnenschein

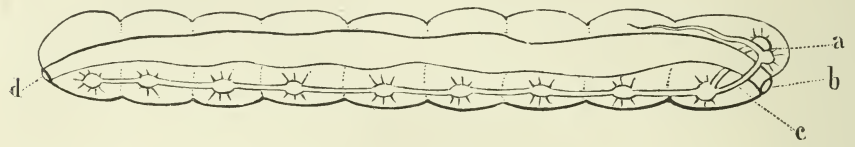


Fig. 103.
Nervensystem der Ringelwürmer (schematisch). a Kopfknoten. c Schlundring. bd Magenröhre unterhalb welcher sich das Bauchmark hinzieht.

stärker erwärmt als seine Umgebung, das Ohr, ein Bläschen mit einem beweglichen Kalkkörnchen, welches die Schallwellen in Schwingungen versetzen u. s. w. Auch läßt sich die für Idealisten sehr schmerzliche Thatsache nicht ableugnen, daß die Urnerven sich in ganz bestimmter und naher Beziehung zu den Ernährungswerkzeugen entwickelt haben. In der Welt der Würmer, wie in derjenigen der Pflanzenthiere, überall wo die ersten Spuren von Nerven auftreten, umgürten sie in höchst charakteristischer Weise den Schlund oder bilden in dessen Höhe ihre ersten Knötchen, als einstweilige Vertreter des Gehirns, begleiten später den Darmkanal in seiner ganzen Ausdehnung und bilden endlich jenen langen Strang, den man bei den Ringelwürmern, Tausendfüßern, Insekten, Krebsthieren und Spinnen als Bauchmark bezeichnet (Fig. 103). Uebrigens bildet sich schon bei niedern Plattwürmern eine fernere Arbeitstheilung unter den Nerven aus, indem von dem einfachen Nervenknoten (Gehirn g Fig. 104) centripetale Empfindungsnerven (s) zur Haut (h), zu den Fühlern (t) zu den Hörbläschen (o) und Augen (a) und centrifugale Bewegungsnerven (m) zu der unter der Haut liegenden Muskelschicht gehen. Man glaubt ein Schema des Nervensystems höherer Thiere vor sich zu sehen.

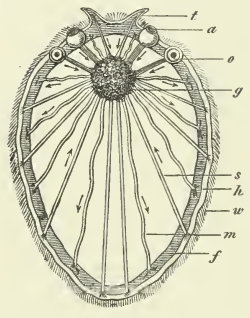


Fig. 104.
Nervensystem und Sinnesorgane eines Plattwurms (Turbellaria). w Wimperhaare.

Bei den niedersten Würmern, die auf unsere Zeit gekommen sind, fehlt noch ebenso wie bei den Pflanzenthieren überhaupt, ein Gefäßsystem, in welchem eine aus dem Mageninhalt zubereitete Nahrungsflüssigkeit — Blut — kreisen könnte. Es kann bei den nächsten Nachkommen der Gasträa nicht anders gewesen sein, aber es war gewiß ein großer Fortschritt, als bei den etwas höher stehenden Würmern eine vom Magen getrennte Leibeshöhlung sich ausbildete, in welche nunmehr nur der durch die Thätigkeit des Magens

aus der Nahrung abgesonderte Saft, durch häutige Scheidewände filtrirt, eindrang und mit den übrigen Geweben in Berührung trat, während vorher der gesammte Inhalt des Magens durch den Körper kreiste, um die Ernährung zu bewerkstelligen. Wir bemerken, daß der Gefäßapparat sich erst ausbildete, nachdem Magen, Ausscheidungsorgane (Nierenkanäle u. s. w.) Muskel- und Nervensystem bereits angelegt waren, welche also die Würde eines viel höheren Alters in Anspruch nehmen dürfen. Anfangs war es nur eine wenig verästelte Höhlung im Körper, die den concentrirten Lebenssaft aufnahm, und in dieser einfachen Form besteht das Gefäßsystem, außer bei niedern Würmern, noch heute bei einigen Verwandten derselben, den Räder- und Moosthierchen, dann sonderten sich eine Bauch- und Rückenader mit immer mehr Querverbindungen, aber erst bei weiter entwickelten, den höheren Thieren nahe stehenden Würmern, zeigen sich die Anfänge eines Herzens, welches eine vollkommnere Cirkulation des Blutes bewirkt, und eines besonderen Kiemenapparates, der es in unmittelbare Berührung mit der atmosphärischen Luft bringt, während bis dahin nur eine allgemeine Hautathmung stattgefunden hat. Schon längst hatten die Ausscheidungsorgane ihre ursprüngliche Gestalt empfangen und dem Munde war die Verpflichtung, auch die Ausgangspforte des Körpers zu bilden, durch eine zweite, meist nach dem andern Körperpole verwiesene Oeffnung abgenommen worden, wobei nebenher bemerkt, der Urmund der Embryonalformen zuzuwachsen pflegte, und durch einen oft entgegengesetzt liegenden Nachmund ersetzt wird.

Es ist an dieser Stelle unmöglich, auf die vielen Abtheilungen des Würmerreiches einzugehen, bei denen eine solche Mannichfaltigkeit nach allen Richtungen hervortritt, daß es recht schwer sein würde, eine für alle Anverwandte gleichmäßig passende Erklärung des Wurmbegriffs zu geben. Welcher, ein jedes nähere Eingehen von selbst verbietender Reichthum der Formen und Färbungen, Größen und Lebensweisen, von den mikroskopischen Kleisterälchen und Räderthieren, deren Eintrocknen und Wiederaufleben durch Feuchtigkeit im vorigen Jahrhundert den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Abhandlungen bildete, zu den bisweilen über hundert Fuß Länge erreichenden Nemertinen, von den blattartig ausgebreiteten, im Meere und auf Bäumen lebenden Planarien, zu den dicken runden Sternwürmern, von den festgewachsenen Moosthierchen und Muschelwürmern zu den flinken Naiden, von den mißfarbenen Eingeweidewürmern zu den prachtvoll gefärbten Borstenwürmern, zumal der in Gold- und Edelsteinglanz schimmernden Seeraupe! Man muß eben bedenken, daß sich nach den Ansichten der neueren Zoologie sämmtliche übrigen Thierklassen, mit Ausnahme der Pflanzenthiere, aus wurmähnlichen und wurmverwandten Anfängen herleiten lassen. Die Ursache aller dieser Mannichfaltigkeit sucht man mit vieler Wahrscheinlichkeit in der Anpassung der Ahnen unserer heutigen Würmer an sehr verschiedenartige Lebensbedingungen, die nach und nach den Körperbau der einzelnen Gruppen

so sehr verändert haben, daß es schließlich fast unmöglich wird, den Ausgangspunkt sicher zu erkennen.

Eines der einfachsten und lehrreichsten Beispiele hiervon ist das im Würmerreich zu einer gefährlichen Ausbildung und Ausbreitung gelangte Schmarotzerthum, die Gewohnheit, auf Kosten anderer Wesen zu leben. Man findet es bei den niedersten und bei den höchsten Würmern, den Aristokraten ihres Stammes, ausgebildet und die schlimmsten unserer eigenen inneren Plagegeister — man denke nur an Trichinen und Bandwürmer — entstammen ihren Reihen. Die Stellung der Parasiten in der Schöpfung ist immer ein mißliches Kapitel für die Teleologen gewesen, welche in ihnen zur Plage ganz bestimmter Mitgeschöpfe erschaffene Wesen sehen mußten, die den Gerechten und den Ungerechten befallen und unter Umständen ohne Gnade fällen, und oftmals hat man die Familie Noah' beklagt, die eine erhebliche Summe von Plagen unter eigenen Schmerzen auf die Nachwelt vererbt zu haben schien. Die neuere Weltanschauung findet weniger Schwierigkeit, sich diese häßlichen Zugaben des Daseins zurechtzulegen, und besonders bei den Würmern vermag man sich ziemlich leicht zu erklären, auf welchem Wege so viele ihrer Angehörigen zu Schmarotzern wurden. In allen Abtheilungen des vielgestaltigen Wurmreichs findet man noch jetzt freilebende Würmer, die nur gelegentlich, sei es ihre Mitwürmer, oder lieber Inhaber besseren Blutes schröpfen, indem sie sich für einige Zeit an ihrem Körper festsaugen, eine Wunde schlagen, oder sich auch wohl gleich ein wenig einbohren. Wer A gesagt hat, wird auch B sagen, und der schlanke Körper ist ihnen ebensosehr eine natürliche Verführung als eine Entschuldigung, daß sie so gern in fremde Körper einbohren und einschlüpfen. Würmer, die sich in der Mundhöhle oder in den Kiemen von Wasserthieren eingebohrt haben, gelangen auch gelegentlich tiefer, und lassen es sich in der Gefangenschaft wohl gefallen. Glücklicherweise einer Sippschaft entstammend, bei welcher der Hermaphroditismus noch ziemlich allgemein ist, erzeugten sie in ihrem „fidelen Gefängniß" eine unendliche Nachkommenschaft, die nach einem kurzen Leben voll Mühe, wie richtige Vagabonden nun schon um so sicherer nach ihrem Gefängniß zurückstrebt.

Leichtbegreiflich hatte diese neue Lebensweise in jedem Falle einen bedeutenden Einfluß auf die Thiere, die sich so ihrer Freiheit begaben und einem faulen Schmarotzerthum widmeten. Alle solche Thiere, (und in ähnlicher Weise auch derartige Pflanzen) verlieren in Folge dieser Lebensweise gewisse äußere und innere Fähigkeiten und Erwerbungen ihrer durch eigene Anstrengung lebenden Vorfahren; ihre Köperfarbe wird matt und mißtönig, die Bewegungs- und Sinnesorgane bilden sich bis zum vollkommenen Verschwinden zurück, selbst Magen und Verdauungswerkzeuge werden einfacher und verschwinden zuweilen vollständig, kurz, das Thier scheint, statt wie andere Wesen in seiner Entwicklung vorwärtszuschreiten, immer tiefer in

seiner Organisation zu sinken. Man pflegt dies als rückschreitende Metamorphose zu bezeichnen. Der Name erscheint berechtigt, weil das junge Thier hier im Allgemeinen vollkommener organisirt ist, als das ältere, aber man darf nicht vergessen, daß dieser Begriff relativ ist, und daß der Parasit für seine neue Lebensweise wirklich vollkommner organisirt ist, als das freilebende Jugendthier, welches den freilebenden Ahnen gleicht, daß er gewisse zweifellose Vortheile erlangt haben wird, als z. B. vorzüglichere Saugwerkzeuge, Hakenkränze zum Festhalten u. A. Auch mag er seine Lage im Allgemeinen verbessert haben, denn man weiß, daß Eingeweidewürmer mit ihren Wirthen unter Umständen ein Alter bis zu zwanzig Jahren erreichen, wie es einem frei lebenden Wurm selten beschieden sein dürfte.

Es ist wohl sehr natürlich, daß auch in der individuellen Entwicklung von Thieren, die in der Vorzeit einmal einen so tiefgehenden Wechsel der Lebensweise durchgemacht haben, davon Spuren bemerkt werden müssen. Die meisten Entwicklungsvorgänge in der Natur sind allmälige gewesen und geblieben, und selbst wenn die Raupe durch einen Ruhezustand in den Schmetterling übergeht, ist dies ein allmäliger Umbildungsvorgang, bei dem der spätere Zustand schon in dem früheren deutlich vorgebildet erscheint. Noch sprungloser gehen die Jugendzustände anderer Thiere in einander über, so daß wir glauben können, sie seien Nachbilder einer ehemaligen sprunglosen Entwicklung. Aber die Umwandlung eines frei lebenden Thieres in einen Parasiten mit Zurückbildung aller andern, außer den sogenannten vegetativen Thätigkeiten der Ernährung und Fortpflanzung, stellt einen solchen Umschwung dar, daß er sich auch in der Entwicklung des jungen Thieres auffallender darstellt und diejenige Erscheinung erzeugt, die wir Generationswechsel oder Metagenese nennen. In jeder Beziehung herabgekommene Schmarotzer erzeugen geschlechtlich in ungeheurer Menge freie, vollkommener organisirte Thiere, die ihren frei lebenden Ahnen ähnlicher sein mögen und sich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Sprossungen u. dgl. in ganz verschiedene Wesen umwandeln. Dieser Vorgang ist wahrscheinlich durch das selbstverständliche Schicksal der Einmiether, mit ihrem Wirthe gelegentlich von Raubthieren verzehrt zu werden, häufig noch weiter complicirt worden. Zwar verschlägt eine solche Katastrophe wohl dem Schmarotzer, der gewöhnt ist, sich in den inneren Leibeshöhlungen zurechtzufinden, wenig, aber er muß sich in dem neuen Wirth wahrscheinlich völlig anders einrichten und wird dadurch selber zum zweiten Male ein völlig anderer. Vielleicht war der erste Wirth ein Pflanzenfresser, der zweite ein Raubthier. Eingeweidewürmer, die sich an einen solchen unfreiwilligen Quartierwechsel gewöhnt haben, zeigen gewöhnlich einen noch vielgestaltigeren Generationswechsel; im Stande, aus einer Schnecke in einen Vogel oder in einen Wiederkäuermagen einzuwandern, sind sie gewöhlich auch bereit, gelegentlich in einem fleischfressenden Thier oder Menschen weiterzuleben. Wenn wir den Bacterien nachrühmen konnten, daß sie widerstands-

fähige Rassen züchten, so müssen wir den Eingeweidewürmern nachsagen, daß sie allzu unreinliche Rassen decimiren, und Reinlichkeitsgebote, wie auch die Vorschriften des Moses gegen Schweinfleischgenuß, veranlaßt haben mögen.

Da aber gewisse, den Wirth wechselnde Parasiten immerhin nur zu einem kleinern Prozentsatz Aussicht haben, ihr Ziel zu erreichen, was theilweise von fremder Gefräßigkeit oder Unreinlichkeit abhängt, so haben sich nur solche Parasiten erhalten können, die durch ihre bequeme Ernährungsweise zu ungeheurer Fruchtbarkeit veranlaßt wurden. Hierbei aber kam ihnen wieder eine andere Eigenthümlichkeit des Wurmkörpers zu statten. Die einseitige

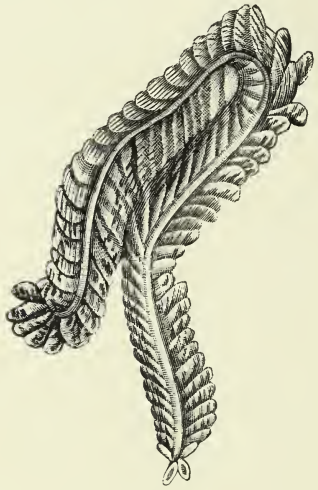


Fig. 105.
Phyllodocites Jacksoni.
Untersilur in Thüringen und England.

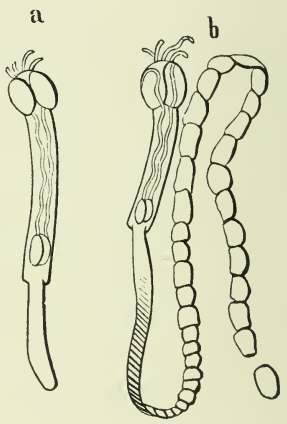


Fig. 106.
a Kopf (Skolex) eines Eingeweidewurms,
b derselbe mit nachsprossenden Endgliedern.

Längsausdehnung desselben forderte gewissermaßen zur besseren Verwaltung und Versorgung der einzelnen Theile einen Ausgleich durch Theilung des Wurmkörpers in zahlreiche gleichwerthe Querstücke (Metameren), wie wir sie bereits bei niederen Wurmformen angedeutet, am vollständigsten durchgeführt aber erst in der Abtheilung der Ringelwürmer finden, zu denen Regenwurm und Blutegel gehören. Bei diesen Würmern ist es oft fast nur der Kopftheil, der eine besondere Organisation besitzt, sofern sich an ihm Mund und Freßwerkzeuge, Fühler und Sinnesorgane lokalisirt und ihn zum führenden und für alle nachfolgenden Glieder sorgenden Theil erhoben haben. Die Zahl der letzteren pflegt daher auch in keiner Weise bestimmt oder begrenzt zu sein, man kann sich den Wurmkörper hinten immer weiter sprossend denken, wie eine jener Pflanzen, die in derselben Richtung immer neue und neue Glieder treiben, und für alle diese nachgeborenen Theile mußte der einzige Mund die Nahrung schaffen, bis er es nicht mehr vermochte, und damit das

Wachsthum in's Ungeheure begrenzte. Es ist möglich, daß sich in einer gewissen Schöpfungsperiode dieser Vorgang in Ausbildung ungeheuer langer Wurmformen geäußert hat, von denen uns aber wegen ihrer Skeletlosigkeit wenig Spuren geblieben sind. In der That kennt man schon aus den ältesten kambrischen und silurischen Schichten Abdrücke außerordentlich langer, Ringelwürmern gleichender Wesen, wie z. B. Figur 105 ein solches zeigt. Aber diese vermeintlichen Wurmabdrücke sind bisher immer ohne Kopf gefunden worden, weshalb sie einige Naturforscher für Algen, andre für Abdrücke von Krebs- oder Wurmspuren ansehen. Ihre oft ansehnliche Länge wäre offenbar kein Beweis gegen ihre Wurm-Natur, denn bei ausreichender Nahrung hat diese Art von Gliedersprossung keine Grenzen, wie wir an den immerhin mit den Metameren höherer Würmer vergleichbaren Sproßketten der Bandwürmer (Fig. 106) sehen, welche mitunter hunderte von Fußen lang werden. Bei ihnen wandert der, in der Regel im Fleische eines anderen Thieres zur Ausbildung gekommene, sogenannte Kopf oder Skolex in den Magen eines Fleischfressers, die Gliedstücke enthalten aber hier, da das Thier nur zubereitete Nahrung aufnimmt und im Ueberflusse findet, nichts als Fortpflanzungswerkzeuge und -Produkte, die sich bei ihrer Reife von der Sproßkette trennen, wodurch sie den Eindruck selbstständiger Personen machen und von vielen Naturforschern auch so aufgefaßt werden.

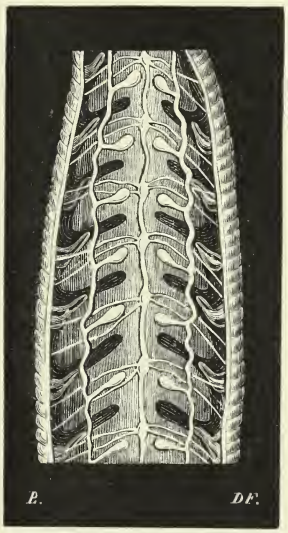


Fig. 107.
Geöffneter Blutegel, um die jedem Querstück zukommenden Magensäcke, Nervenknoten, Geschlechts- und Absonderungs-Organe zu zeigen.

Aber diese Selbstständigkeit findet man auch in den sich niemals freiwillig trennenden Metameren der höheren Würmer, die man eben darnach Ringelwürmer nennt. Bei ihnen sorgt der gemeinsame Theil einzig für Herbeischaffung der Nahrung und überläßt die Zubereitung und Verarbeitung den einzelnen Querstücken; jeder Abschnitt bildet sein eigenes Magen-, Gefäß-, Nerven- und Fortpflanzungs-System aus (Fig. 107), ja in einzelnen Fällen besitzt er mit den eigenen Bewegungsorganen seine besonderen Sinneswerkzeuge, nämlich je ein Paar unvollkommene Augen. Man hat daher solche aus dem Gesammtorganismus getrennte Querstücke lange Zeit, in einzelnen Fällen jahrelang, fortleben sehen, ähnlich einem Pflanzensproßstück, dem man Feuchtigkeit und Nahrung bietet. Immerhin sind im Wurmkörper die, wenn auch ihrer Zahl nach unbestimmten Querstücke (Metameren) durch den Kopf zu einer höheren Einheit verbunden, als

die sogenannten Internodien, d. h. die zwischen zwei Knoten eingeschlossenen Sproßtheile des Pflanzenstammes. Es war eben ein neuer Anlauf der Natur, statt wie in den einfachsten Organismen bloße Zellen, hier Querstücke, deren jedes ganz wohl einen selbstständigen Organismus darstellen könnte, zu einem Ganzen aneinander zu reihen, wodurch das werthvollste Rohmaterial zu einer später erfolgenden weiteren Arbeitstheilung geschaffen wurde.

Zahlreiche Arten von Ringelwürmern, deren häufigster und bekanntester Vertreter der gemeine Regenwurm ist, haben sich an das Leben in feuchter Erde gewöhnt, und durchwühlen sie in allen Richtungen, um sich von den organischen Beimischungen derselben zu ernähren. Ch. Darwin, dem die Beobachtung der stillen Thätigkeit der Regenwürmer seit langen Jahren zu einer Lieblingsbeschäftigung geworden war, hat in seinem letzten Werke zu zeigen gesucht, daß die in vielen Bodenarten zu einer ungeheuren Zahl anwachsenden Würmer sowohl in geologischer Beziehung als besonders für die Fruchtbarkeit des Bodens wichtige Wirkungen hervorbringen. Einerseits führen sie dem Boden bedeutende Mengen Dungstoff zu, indem sie die welken Blätter des Herbstes mit großem Geschick in ihre Löcher ziehen und verzehren, dann aber bringen sie die tiefern Schichten des Bodens beständig nach oben, indem sie sich senkrecht einwühlen und dabei die Erde durch ihren Körper gehen lassen, welche sie in Gestalt wurmförmiger Massen und mit stickstoffhaltigen Auswurfsstoffen getränkt, über ihren Gangmündungen anhäufen. Sie bewirken dadurch gleichzeitig ein allmäliges Bedecken und Sinken der obern Schicht in die Tiefe, indem sie die Oberfläche mit immerfort aus der Tiefe emporgebrachten Erdtheilen überschütten, und haben so im Laufe der Jahrhunderte die Bergung verlorener Münzen und Kunstgegenstände, ja ganzer Steinmonumente und Mosaikfußböden bewirkt, freilich auch Mauern, deren Fundamentirung nicht tief genug war, zum Sinken gebracht, indem sie mit ihren Gängen unter den Fundamenten hindurchgingen. Dadurch daß sie beständig bewegliche Massen an die Oberfläche brachten, und der Wirkung von Wind und Regengüssen aussetzten, haben sie nicht unbeträchtlich zur Abtragung der Höhen und Ausfüllung der Tiefen beigetragen. In wärmeren Ländern giebt es Arten, die über ihren Oeffnungen mehrere Zoll hohe Thürmchen aus der mit ihren Exkrementen vermischten Erde errichten, und in Südamerika, Australien und andern wärmeren Ländern hat man Arten gefunden, welche die Länge mehrerer Fuße erreichen und denen man die Namen Antaeus und Titanus beigelegt hat. Ein erst in der neuesten Zeit bekannt gewordener Erdwurm vom Cap der guten Hoffnung erreicht die Länge eines ausgewachsenen Menschen bei einer Dicke von einem halben Zoll.

Die Ringelwürmer sind im Vergleich zu den Strudel- und Plattwürmern sehr hoch entwickelte Thiere, so daß man kaum wagen dürfte, sie mit denselben in eine Klasse zu stellen, wenn nicht eben zahlreiche Uebergangsformen vorhanden wären. Nicht nur die Mundwerkzeuge und die

äußeren Bewegungsorgane sind zu einer ansehnlichen Vollkommenheitsstufe gelangt, sondern sie haben auch die sonst von dem Gesammtorganismus geleisteten Funktionen besonderen Organen übertragen, z. B. die Athmung, die sonst von der gesammten Oberhaut geleistet wurde, besonderen äußeren Cirren und Kiemen (Fig. 108). Ursprünglich mag jedes Querstück seine eigenen Fußstummel und Rückenanhänge gehabt haben, aber ein bedeutsamer Fortschritt lag offenbar auf dem Wege einer weiteren Arbeitstheilung, wenn einzelne Querstücke sich vorzugsweise der Fortbewegung, andere der Ernährung, noch andere der Verdauung und Athmung und wieder andere der Fortpflanzung widmen konnten.

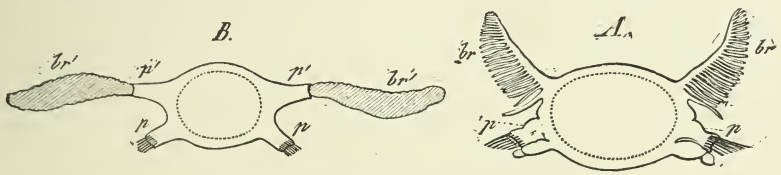


Fig. 108.
Schematische Querdurchschnitte von Ringelwürmern um die Anhangsgebilde zu zeigen.
A Eunice. B Myrianida. p Bauchstummel. p' Rückenstummel. br Kiemen. br' Cirren.

Schon bei vielen höheren Ringelwürmern sehen wir eine solche Arbeitstheilung der Metameren und ihrer Anhänge angebahnt, um in der Gemeinschaft der Insekten, zu denen die Ringelwürmer unmerklich hinüberführen, ihren höchsten Ausdruck zu erhalten. Bekanntlich vereinigen viele Systematiker die Ringelwürmer mit den Insekten zur Klasse der Gliederthiere, und wenn man einen Tausendfuß mit einem der schönen Meerringelwürmer vergleicht, wird man das sehr gerechtfertigt finden. Allein richtiger dürfte es bei alledem sein, die Würmer als Stammgruppe der meisten höheren Thierklassen bei einander zu lassen und in ihnen die unter einander noch näher verwandten Wurzeln der verschiedenen Stammbäume jener Klassen zu suchen. So kann man z. B. Spuren der den Würmern eigenthümlichen Metameren-Bildung nicht blos bei den Insekten, sondern auch bei den Krebsthieren, Strahlthieren und selbst bei den Wirbelthieren verfolgen, deren Wirbelsäule mit ihren Anhängen durchaus an dieselbe erinnert. Auch wäre man sehr in Verlegenheit, von den Ringelwürmern gewisse sogleich zu besprechende Wurmformen gänzlich abzuscheiden, die ihre besonderen Seitenwege gegangen sind und aus deren Mitte wahrscheinlich einige andere Zweige des Thierreiches ihren Ursprung genommen haben.

Hier haben wir zunächst noch einmal an die mikroskopischen Rädertheire zu erinnern, Wurmformen, die sich nie auf eine Produktion unendlicher Metamerenreihen eingelassen haben, sondern früh und auf niederster Stufe eine Arbeitstheilung durchführten, welche die ihnen von mehreren Seiten zugedachte Ehre als Ahnen der Bryozoen oder gar der Krebsthiere angesehen

zu werden, nicht so ganz unberechtigt erscheinen läßt. Doch muß bemerkt werden, daß eine sichere Begründung solcher Ansprüche sehr schwierig und jedenfalls noch nicht zweifellos gelungen ist. Die Grundlage jener Vermuthungen ist, daß die Larven jener Thiere häufig Räderthieren ähnlich erscheinen und namentlich jene Wimperkreise besitzen, deren Wasserwirbel erzeugendes Spiel letzteren ihren Namen verschafft hat. Indessen entspricht die dem Räderthier ähnliche Larve dann gewöhnlich nur dem Kopftheil des späteren Thieres, aus welchem die hinteren Metameren hervorsprossen, wie wir dies namentlich bei den Krebsen erkennen werden.

Den Räderthieren nähern sich auch in ihrer allgemeinen Organisation gewisse Wurmformen, die sich nachmals einer festsitzenden Lebensweise hingaben und dadurch ihre allgemeine Organisation in nicht weniger einschneidender Weise von derjenigen der freilebenden Würmer entfernten, als es die Eingeweidewürmer thaten. Das erste Geschäft sich seßhaft machender Thiere ist der Aufbau eines Hauses oder die Absonderung einer Schale, da sie ihren Feinden nicht wie das freibewegliche Thier entwischen können, sondern ihnen Stand halten müssen, während andererseits das freibewegliche Thier höchstens einen dünneren und leichteren Panzer gebrauchen kann. Solche Thiere bauen dann gern zu gegenseitiger Stütze Haus an Haus. Neben den Korallenstöcken unterschied man früh ähnliche Gemeindehäuser (Phalansteren) kleiner Thiere, die ein geselliges Dasein pflegen, die Gehäuse der Moosthierchen oder Bryozoen, fälschlich auch als Mooskorallen bezeichnet. Ihr aus hornartigen oder kalkigen Stoffen erbautes Zellengefängniß überrindet entweder andere Gegenstände, z. B. die Flächen der Seetange oder bildet selbst derartige blattartig verbreiterte Fächer, daß wir einen solchen für einen Tang ansehen könnten (Fig. 109). Aber wenn wir uns still verhalten und genau zuschauen, so gewahren wir bald, daß jede einzelne Zelle dieser vermeintlichen Pflanzen sich mit einem Fenster nach außen öffnet und daß wenigstens in den oberen Theilen aus jedem Fenster ein Persönlein herausschaut, welches immerfort mit vielen Armen nach Nahrung fischt, indem es um seine Mundöffnung einen kleinen Wasserwirbel unterhält. Das wäre nun ungefähr, wie es bei den Korallenthieren auch üblich ist, aber im Magen sieht es ganz anders aus. Hier wird ordentlich verdaut, das Brauchbare durch eine Magen- und Darmwand aufgesogen, das Unbrauchbare durch eine besondere, neben dem Munde liegende Ausgangsöffnung, zu der sich der Darm zurückkrümmt, wieder ausgeworfen. Es ist also ganz ebenso wie bei den höher stehenden Würmern bereits eine abgesonderte Leibeshöhle vorhanden, in welcher blos der fertige Nahrungssaft (Blut) aufgenommen wird. Das Thier ist auch nicht regelmäßig strahlig gebaut, sondern nach dem Wurmtypus (Fig. 110), die Aehnlichkeiten und Annäherungen an Korallenthiere beschränken sich daher auf einen äußerlichen, durch die gleichmäßige Lebensweise erzeugten Anschein. Jedes Würmchen hat sich gleichsam, um mit den andern gute

Nachbarschaft zu halten und Niemandem mit seinem Auskehricht zur Last zu fallen, so zusammengebogen, daß die Hinterthür neben der Vorderthür zu liegen kommt und beide frei nach außen führen. So mit zusammengekrümmtem Leibe und deshalb umgebogenem Ernährungskanal stecken sie in ihren hartwandigen Zellen, und ganz ähnlich sehen wir manche Sackwürmer, die ein geselliges Dasein führen, verfahren. Sie bieten überhaupt mit diesen manche Aehnlichkeiten, die auf eine gemeinschaftliche Abstammung von niedern Würmern (Räderthieren) schließen lassen. Die Moosthierchen zeigen auch sonst eine viel höhere Organisation als die Korallenpolypen; in den hohen, wimperbesetzten Tentakeln findet sich wahrscheinlich bereits der Athmungsprozeß lokalisirt, und am Schlunde hat sich ein Nervenknoten ausgebildet, damit die Nahrung mit einigem Verstande gewählt und eingeschluckt werden kann. Eine Quertheilung und Geschlechtertrennung, wie bei den höheren Würmern, hat aber noch nicht stattgefunden; das Wachsthum des Stockes geht durch Sprossung an den äußeren Theilen, wie bei den Korallen, vor sich. Von den vielen, Rinden, Blätter, durchbrochene Fächer, strauchartige Gebilde u. s. w. aufbauenden Moosthierchen der Urzeit leben heute nur noch wenige Nachkommen. Die Mehrzahl der heute in süßem und salzigem Wasser vorkommenden Einträchtigkeitsmuster

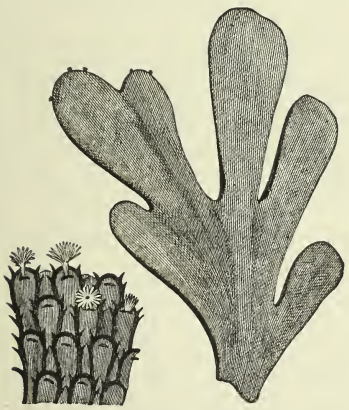


Fig. 109.
Flustra foliacea, rechts die ganze Kolonie in natürlicher Größe, links ein Stück vergrößert.

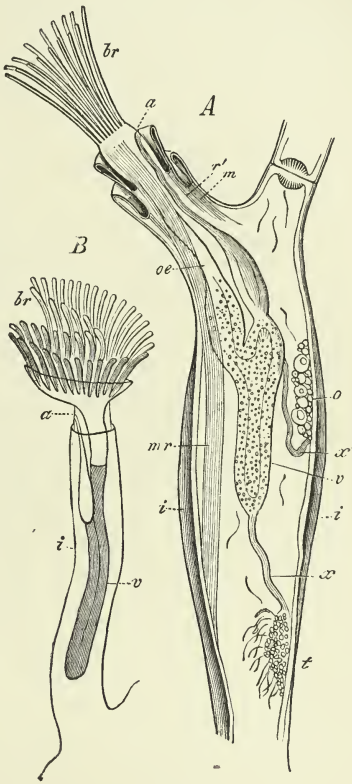


Fig. 110.
Moosthierchen. A Plumatella fruticosa. B Paludicella Ehrenbergii. br Tentakelförmige Kiemen. oe Munddarm. v Magen. a Auswurfsöffnung. i Gehäuse. t und o Geschlechtsorgane. m Muskeln. Stark vergrößert. (Nach Allman.)

dieses Geschlechtes gehören, wie bei den Korallen, fortgeschrittenen Gattungen an, die ihre Röhrchen mit einem Kalkdeckel verschließen und erst viel später in der Jurazeit das Welttheater betreten haben. Uebrigens bemerkt man bei ihnen bisweilen eigenthümliche Gesellschafter, Knospenthiere, die einem auf- und zuklappenden Vogelschnabel gleichen, andere, die einen bloßen Rüssel darstellen, wahrscheinlich Ueberbleibsel einer ehemaligen Arbeitstheilung unter den Einwohnern des Gemeindehauses, bei der ein Jeder, wie die Gemeindeglieder der Röhrenquallen oder die Angehörigen eines Fourier'schen Phalansteres sein besonderes Geschäft hatte, die Schnabelthiere das Geschäft zu fangen, die Rüsselthiere zu spioniren u. s. w. Heute sind es nur noch bisweilen auftretende, sonderbare Erbstücke, die, nicht mehr wie früher, sich zu gemeinsamen Zwecken ergänzen.

Man hat die Moosthierchen für die Ahnen der sogenannten Spiralkiemer oder Armfüßler (Brachiopoden) halten wollen, weil das Junge derselben einem Moosthierchen ähnlich ist. Die Spiralkiemer haben für den weniger scharfen Blick äußerlich ganz das Aussehen einer gewöhnlichen zweischaligen Muschel. Allein wenn man genauer hinschaut, so bemerkt man leicht eine Anzahl wesentlicher Unterschiede. Von den beiden Schalen ist die eine größer und umfaßt an der Charnierseite die andere, indem sie, das Gehäuse mit einem Bucheinbande verglichen, auch den Rücken desselben bildet. Durch ein an diesem übergreifenden Theile befindliches Loch tritt ein Fuß oder Stiel, mit welchem das Schalthier auf dem Meeresboden festgewachsen ist. In großer Zahl, wie junge, eben aufgegangene Erbsenpflänzchen, drängen sich diese festgewachsenen Zweiklappthiere der verschiedenartigsten Formen nebeneinander. Wenn wir die Schalen öffnen, so finden wir, daß sie, nicht wie bei den Muscheln, die beiden Seiten des Thieres, sondern Rücken und Bauch beschilden, und vor Allem bemerken wir einen ganz verschiedenen Athmungsapparat. Bei diesen ungleichklappigen Schalthieren der Tiefmeere treibt ein einfaches Herz den Blutstrom durch zwei spiralförmige Kiemenröhren, die oft durch ein sehr zierliches Kalkskelet gestützt werden, während die Kieme der echten Muscheln eine zusammenhängend blattartige Gestalt besitzt. Man unterscheidet darnach diese beiden von dem Laien mit Unrecht in einen Topf geworfenen Schalthiergruppen als Spiral- und Blattkiemer. Weit vom seichten Ufer unserer heutigen Meere zurückgezogen, leben noch heute einige wenige Ueberbleibsel dieses ein Reich für sich bildenden Thierkreises, die Terebrateln (Fig. 111) und Zungenmuscheln. Aber während man wenig über hundert lebende Arten aufgefunden hat, kennt man bereits sechsundzwanzig Arten aus den ältesten, nahezu siebenhundert aus den Silurschichten, mehrere Tausend aus der Vorzeit überhaupt. Sie haben sich wie die meisten ihrer Zeitgenossen, nur schwer den modernen Lebensverhältnissen anzupassen vermocht, während sie in der Zeit, da sie den Ton angaben, einen unendlichen Reichthum der Formen entwickelten, ein Variationsvermögen,

welches dem Forscher beinahe unmöglich macht, ihre allerseits und allmälig in einander übergehenden Gestalten auseinander zu halten. Sie gehören, da man selbst in den vereinzelten Ueberresten oft nur Formenreihen, aber keine fest umschriebenen Arten unterscheiden kann, mit den Schwämmen, Trilobiten und ähnlichen Größen der Urzeit zu den sprechendsten Verkündern der Lehre Darwin's von der Umwandlungsfähigkeit der Arten. Man hat in ihnen ein Bindeglied zwischen Wurmthieren und Weichthieren sehen wollen, doch scheinen neuere Untersuchungen dem zu widersprechen.

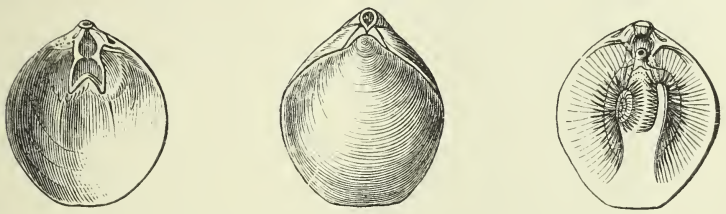


Fig. 111.
Terebratula vitrea aus dem Mittelmeer. b Ansicht der ganzen Schale. a Die kleinere Schale mit der Kalkschleife, in welcher die Spiralarme der Kiemen hängen (c).

Ihnen und den Moosthieren dagegen auf das nächste verwandt und sogar durch zweifellose Uebergangsformen verbunden, tritt uns eine Unter-Abtheilung des großen Würmerreiches entgegen, die selbst so vielgestaltig ist, daß man die noch lebenden Vertreter als die Spitzen ziemlich weit divergirender Zweige eines in den Stürmen der Jahrtausende stark entlaubten Baumes betrachten kann, die Sack- oder Manteltiere (Tunikaten). Sie haben als Hauptcharakter untereinander gemeinsam, daß sie sämmtlich ihren Körper mit einer meist sackförmg geschlossenen (seltener einer der Brachiopodenschale ähnlichen zweiklappigen) Hülle umgeben, die sonderbarerweise in ihrer innern Schicht mit der Pflanzenfaser (Cellulose) eine gleiche chemische Zusammensetzung aufweist. Wenn wir aber eine der zu ihnen gehörigen, mittelst Haftorganen auf Felsen u. s. w. festgewachsenen Seescheiden oder Ascidien im Durchschnitte betrachten (Fig. 112), so sehen wir den vorderen Theil des Darmrohres in eine flechtkorbartige Kieme verwandelt, in welcher die Athmung stattfindet, während das lufthaltige Wasser hier durchströmt. Eine einfache Anschwellung der Hauptader, ein sogenanntes Röhrenherz, vermittelt die Circulation des Blutes, indem es dasselbe abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung durch die hier nicht angedeuteten feineren Blutgefäße treibt. Die merkwürdigsten Ergebnisse aber lieferte dem russischen Zoologen Kowalewsky das Studium der Entwicklungsgeschichte dieser Thiere. Wenn nämlich das junge Thier durch den, wie wir wissen, allen öhern Thieren gemeinsamen Gasträ-Zustand hindurch gegangen ist, so

entwickelt es einen kräftigen Ruderschwanz, dessen Auftreten uns schon allein beweisen könnte, daß die festwachsenden Seescheiden die Nachkommen ehemals freilebender Wurmthiere sind. Aber diese Larve zeigt noch andere wichtige Dinge, sie bildet eine Art Rückensaite (Chorda dorsalis), wie sie in der Entwicklung der Wirbelthiere die Grundlage der Wirbelbildung ist, und ein längs desselben verlaufendes, gestrecktes Rückenmark (siehe Fig. 112 B). Das Auftreten dieser, den übrigen Wurmthieren nicht zukommenden Organe hat überdem die größte Aehnlichkeit mit entsprechenden Bildungen im Körper des niedersten Wirbelthieres, welches man kennt, des sogenannten Lanzetthierchens (Amphioxus). Unwiderstehlich drängt sich hier der Schluß auf, daß die Wirbelthiere, deren Ursprung und Zusammenhang mit den übrigen Thierkreisen bis zum Jahre 1866 in vollkommenes Dunkel gehüllt war, mit den Vorfahren der Seescheiden irgendwie zusammenhängen. Leider giebt die weitere Entwickelung der Ascidienlarve keine näheren Aufschlüsse. Sie wirft den Schwanz mit der Rückensaite ab und treibt dafür Haftorgane hervor, mit denen sie sich irgendwo im Wasser festsetzt. Sie sinkt dabei, wie alle vor Anker gehenden Thiere, namentlich was die Ausbildung der geistigen und Bewegungsorgane betrifft, auf eine tiefere Stufe zurück, denn sie braucht als richtiger Pfahlbürger nur das bescheidene Maß Gehirn, das zum Stillleben im Gehäuse gehört.

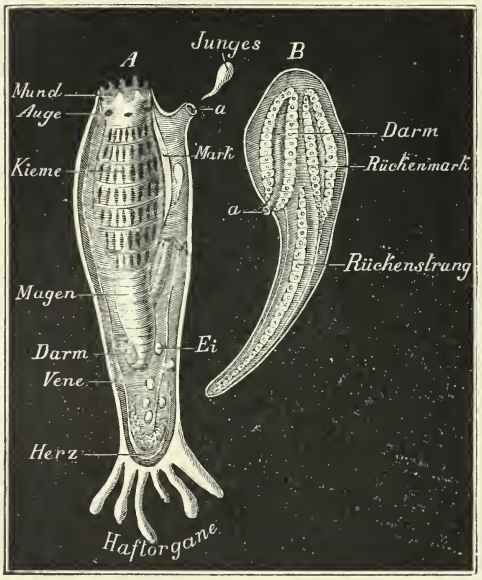


Fig. 112.
Ascidie. B Das junge Thier mit Ruderschwanz, entwickeltem Rückenstrang und Mark. A Das festgewachsene Thier mit sehr beschränktem Mark und ohne Spur von Rückenstrang.

Wie könnten wir uns diese merkwürdigen Erscheinungen anders deuten, als daß die heutigen Seescheiden verkümmerte Nachkommen von viel begabteren Sackwürmern sind, denen man schon eher zutrauen darf, daß sie der höchsten Thierklasse den Ursprung gegeben haben? Wir werden als solche ihren Ahnen ähnlicheren Manteltiere die Schwanzfalpen oder Appendikularien betrachten können, die den Ruderschwanz zeitlebens behalten, und bei denen Ray-Lankester auch Andeutungen einer Bildung von Segmenten nachweisen konnte, die den aus dem Rückenmark entspringenden Nervenpaaren entsprechen,

ähnlich wie sie bei dem Lanzettthierchen und den ersten Entwicklungsstufen der höheren Wirbelthiere auftreten. Wir werden außerdem später sehen, daß die niedersten Wirbelthiere auf ihren ersten Entwicklungsstufen noch weitere Aehnlichkeiten mit der allgemeinen Organisationshöhe der Manteltiere darbieten, so daß die Vermuthung eines gleichen Ursprunges beider von einer nach einzelnen Richtungen weit fortgeschrittenen aber ausgestorbenen, oder wenigstens bisher unbekannten Abtheilung des großen Würmerreiches höchst wahrscheinlich ist. In den niedersten Wirbelthieren hat sich jene Anlage des Rückenstranges und Rückenmarkes weiter ausgebildet, während die Seescheiden, wahrscheinlich eben in Folge ihrer Festsetzung, so weit in der allgemeinen Organisationshöhe zurückgesunken sind, daß sie wieder den Moosthierchen, von denen man sie leicht herleiten kann, ähnlich geworden sind.

Die letztere Aehnlichkeit springt namentlich bei denjenigen Sackwürmergruppen in die Augen, die sich durch Sprossungen vermehren und einen zusammengesetzten Thierstock bilden, der denen mancher Moosthierchen sehr ähnlich ist, wie z. B. der beistehend abgebildete (Fig. 113). Schon von außen erkennt man in dem durchsichtigen Körper den gewundenen Darmkanal mit den nebeneinander liegenden Oeffnungen und dem Kiemen-Apparat, wobei man Fig. 112 vergleichen wolle. Noch eigenthümlicher verhält sich eine andere Gruppe der Sackwürmer, bei denen die einzelnen Personen, wie in den sogenannten Rattenkönigen, mit einander verschmelzen und sich sternförmig um einen Mittelpunkt (Fig. 114) oder um eine Röhre (wie in den sogenannten Feuerwalzen) gruppiren, wobei die

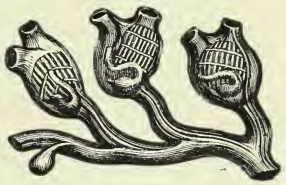


Fig. 113.
Perophora Listeri.

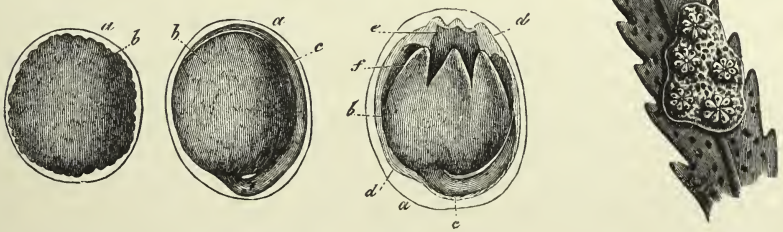


Fig. 114.
Entwicklung von Botryllus. a Eihülle. b Dotterkeim. c Ruderschwanz. d, e, f Sprossungstheile. Daneben Exemplare des zusammengesetzten Thieres auf Tanglaub.

Mundöffnungen frei bleiben, die Darmhöhlen aber in eine gemeinsame Kloake ausmünden. Die Beobachtung des Entwicklungsvorganges bei diesen zu-

sammengesetzten Thieren ist in vieler Beziehung lehrreich. Das junge Thier erhält nämlich, nachdem es die oben ausführlich beschriebenen ersten Stufen der Eifurchung durchgemacht, zunächst gerade so wie die Larve der einfachen Ascidie einen langen Ruderschwanz (Fig. 114 c), der nur für ein einfaches, frei umherschwärmendes Thier Sinn hat. Aber ehe derselbe in Funktion tritt, spaltet sich der Embryo, wie der Kelch einer Tulpe, oder es sprossen vielmehr im Umfange des Embryos eine Anzahl Kölbchen hervor, die aber nicht, wie man früher glaubte, unmittelbar zu einem Sterne auswachsen, sondern eine Knospe erzeugen, aus der im Laufe wiederholter Knospenbildungen durch endliche Sprossung die kleinen Sterne oder Walzen hervorgehen. Wenn man über diesen Vorgang nachdenkt, so wird man sich der Vermuthung kaum entschlagen können, daß sich in ihm ein noch ausgedehnterer und stark gekrümmter Entwicklungsweg zu einem kurzen Wandelbilde zusammenzuziehen beginnt. Der Vorfahr, ein anfangs frei lebendes Thier, hat sich der Freiheit begeben und festgesetzt, dann durch Sprossung vermehrt und schließlich wird diese Sprossung vielleicht sogar in den ununterbrochen verlaufenden Entwicklungsweg aufgenommen werden.

Bei den im Dunklen leuchtenden Feuerwalzen (Pyrosomen) tritt keine Festsetzung ein; sie bilden freischwimmende, zusammengesetzte Colonien mit gemeinsamer Kloake. Aber wie es scheint, waren mit einem so weiten Kreislaufe vom einfachen freien Thier zum zusammengesetzten freien, für einzelne Abtheilungen die labyrinthischen Entwicklungswege noch nicht abgeschlossen. In den Salpen hat man Mantelthiere kennen gelernt, welche die Vermuthung erwecken, als stammten sie von einem derartigen zusammengesetzten Thiere ab, dessen Gesellschafter sich wieder von einander gelöst hätten. Diese glasartig durchsichtigen Thiere mit leicht farbespielendem Anhauch trifft man zuweilen in einzeln schwimmenden Exemplaren, die Eier entwickeln, welche sich zu vollständigen, frei umherschwimmenden Thieren ausbilden. Diese aber geben, wie zuerst der Dichter Chamisso auf seiner Reise um die Welt beobachtete, durch einen dem eben beschriebenen Knospungsprozeß ähnlichen Vorgang, einer großen Zahl von jungen Salpen das Dasein, die im durchsichtigen Körper der Mutter wie eine quergefurchte Schnur erkennbar sind, nachher zu langen Ketten vereinigt, an der Meeresoberfläche umherschwimmen, und in finstern Nächten das Schauspiel leuchtender Seeschlangen gewähren. Die Kettensalpen sind wieder (hermaphroditische) Geschlechtsthiere, trennen sich schließlich und bringen einzelne Eier zur Reife, aus denen von Neuem Einzelnthiere entstehen, die durch ungeschlechtliche Sprossung Kettenthiere erzeugen. Solche Fälle eines auffallenden Generationswechsels sind, wie wir schon oben ausführten, wahrscheinlich Folgen sehr wechselvoller Schicksale der Art in der Vorzeit; noch jetzt glauben wir darin zu erkennen, wie sich ein verhältnißmäßig hoch entwickeltes freies Wurmthier seßhaft gemacht, durch Sprossung vermehrt und zu einem zusammengesetzten

Thier geworden, endlich wieder in seine Elemente aufgelöst hat, ein Bild abwechselnd vor- und rückwärtsschreitender Verwandlung, wie wir sie so oft auch im Menschen- und im Völkerleben gewahren.

So sehen wir im Wurmreiche eine große Vielseitigkeit der Entwicklungsrichtungen sich entfalten, und obgleich ursprünglich Alles wurmähnlich und wurmverwandt blieb, machten sich doch zahlreiche Sonderbestrebungen und Zweig-Entwicklungen in abweichenden Richtungen geltend, die sich immer mehr von dem Hauptstamme der echten Würmer entfernten. Auf diese Weise verblieb der deshalb sehr schwer zu charakterisirenden und abzugrenzenden Klasse der Würmer eine Art Mittelstellung zwischen den übrigen Thierkreisen, welche wir als Weichthiere oder Mollusken, Stachelhäuter oder Echinodermen, Gliederthiere und Wirbelthiere unterscheiden. Vielleicht ist, abgesehen von der Langstreckung des Körpers, die Skeletlosigkeit, der Mangel eines festen Gerüstes für den Ansatz der Muskeln, eine der Haupteigenthümlichkeiten des Würmerstammes, welcher zugleich die ungemeine Wandelbarkeit des Grundtypus begünstigte. In allen von den Würmern abgeleiteten Formen werden wir, als eines der ersten Geschäfte gleichsam, die Ablagerung eines Skeletes oder einer Schale gewahren, womit alsdann freilich eine Fixirung des abgeleiteten Typus Hand in Hand geht. Bei Wirbelthieren wurde dieses Skelet ein inneres und erlaubte vielleicht dadurch die höchste Ausbildung der Körperformen im Kampfe um's Dasein, bei den Weichthieren (mit Ausnahme ihrer vollendetsten Formen), den Sternthieren und Gliederthieren wurde es ein äußeres, und am besten kamen diejenigen fort, bei denen diese Abschließung der lebendigen Theile von der Außenwelt erst geschah, als die Gliederung des Wurmes bereits weit vorangeschritten war.

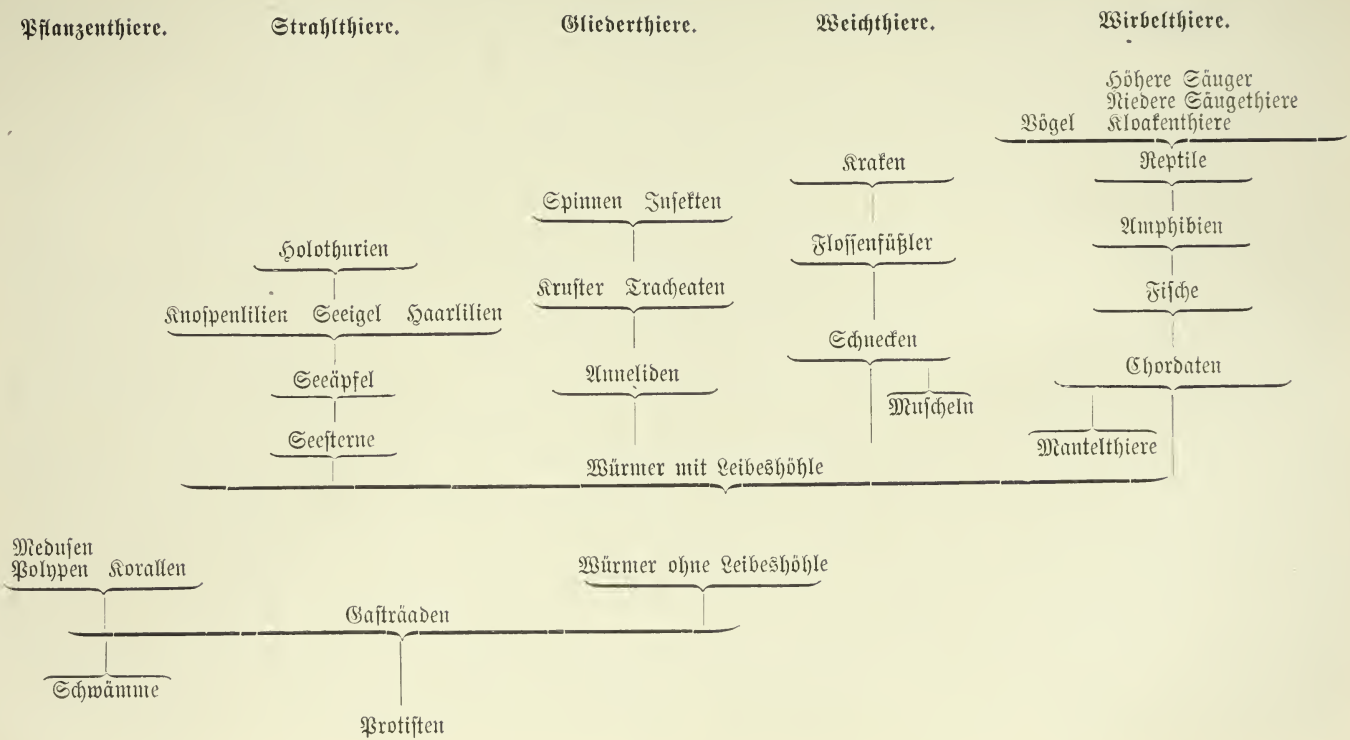
Wir müssen offenbar bei den ältesten, gleichsam noch in keine bestimmte Entwicklungs-Richtung gedrängten Thieren, eine größere Bildsamkeit des Organismus voraussetzen. An keine angeerbten Schranken und Standesvorurtheile gebunden, konnte das junge Geschlecht auf die verschiedenste Weise seinen Weg suchen, was ihren Nachkommen nur in viel beschränkterem Maße gestattet sein sollte. Gerade wie der arme Paria in Indien nicht über die Schranken hinauskam, welche der Kastengeist seiner Urahnen gezogen, so kann das Wesen, welches heute geboren wird, nicht mehr je nach den Umständen Pflanzenthier oder Kriechthier werden, wie ehemals die Gasträa. Es muß den Richtungen folgen, die seine Ahnen einschlugen, die aber durchweg, wenn wir die Pflanzenthiere ausnehmen, von dem Wurmreiche ausgegangen zu sein scheinen und auf dasselbe zurückführen. Die genannten fünf Hauptrichtungen bilden die Kasten der Natur, aus denen es nicht mehr angeht, herauszutreten, während innerhalb des vererbten Grund-Typus die möglichste Verschiedenheit nach wie vor erreicht wurde und wird.

Die Trennung dieser fünf oder sechs Hauptrichtungen des thierischen

Lebens ist in den frühesten Abtheilungen der Primordialzeit zu suchen, und die meisten hatten bereits höher entwickelte Formen aufzuweisen, als noch das Meer die einzige Heimstätte des Erdlebens war. Nächst den Pflanzenthieren scheint sich der Weichthierstamm am frühesten von dem Wurzelstock abgezweigt zu haben, denn in ihm sind die Hauptkennzeichen der höheren Wurmformen theils am wenigsten entfaltet, theils am vollständigsten umgeprägt nach einer von dem Eingeschlossensein in einer Schale abhängigen Richtung. Die dritte größere Thierabtheilung der Stachelhäuter oder Sternthiere läßt ebenfalls in ihrer gesammten Organisation, wie in ihrer Entwicklungsgeschichte zweifellos erkennen, daß sie aus dem Würmerreich hervorgegangen ist, obwohl der Ausgangspunkt des besonderen Typus bei ihnen am schwersten zu enträthseln und bisher nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Dagegen ist bei der vierten Abtheilung, derjenigen der Gliederthiere, zu denen Kruster und Insekten gehören, die Blutsverwandtschaft so ausgesprochen, daß man in ihnen eine Fortsetzung des Hauptwürmerstammes (der Anneliden) zu sehen berechtigt ist. Ueber den Anschluß des in den späteren Erdperioden alle übrigen Kreise weit überragenden Stammes der Wirbelthiere haben wir bereits einige Andeutungen gemacht und werden später noch näher darauf einzugehen haben. Es ergiebt sich daraus ungefähr das auf der folgenden Seite befindliche Schema der Hauptverzweigungen des gesammten Thierreichs. Einige Bemerkungen darüber mögen dazu beitragen, Mißverständnisse zu verhüten.

Man pflegt mit gutem Grunde in der Neuzeit das Thierreich wie auch das Pflanzenreich bildlich in Stammbäumen darzustellen, deren Hauptäste den großen Abtheilungen entsprechen. Allein man darf nie vergessen, daß dies immer nur ein Schema für ein viel stärker verästeltes, undurchdringliches Buschwerk ist, in welchem es so viele Endzweige wie Thier- (und Pflanzen-) Arten geben muß, während den Gattungen die größeren Zweige und jeder Klasse ein Hauptast entsprechen würden. Neben den lustig fortgrünenden Spitzen hätten wir früh abgestorbene, neben den stark und weit verästelten Zweigen, Nebenreiser zu zeichnen, die aus den untern Theilen des Stammes fast unverästelt bis zur Gegenwart aufsteigen, ebenso andere Zweige, die sich zum Boden herabsenken und sich zu Luftwurzeln zurückbilden. Die unverästelten Zweige würden jenen Wesen entsprechen, die fast gar nicht zur Variation neigen, und von der Urzeit her durch mehr oder weniger lange Zeiträume oft bis zur Gegenwart unverändert oder fast unverändert ausdauerten und die sich abwärts neigenden Zweige jenen Gruppen, die in ihrer allgemeinen Organisation eher abwärts als vorwärts geschritten sind. Auch in unserem Schema sind einige Beispiele solcher theilweis rückwärts geschrittenen Abtheilungen, in den Schwämmen, Mantelthieren und Muscheln angedeutet. Alle diese Wahrnehmungen tragen dazu bei, den vielfach genährten Traum eines allgemeinen Evolutionsgesetzes zu zerstören, als sei nämlich in

Schema der thierischen Stammverwandtschaft.



den lebenden Wesen selbst, eine nie ruhende Triebkraft thätig, die sie unaufhörlich zu einer Entwickelung nach einem gegebenen höheren Ziele hindrängte. Wir finden vielmehr bei genauerem Hinschauen weiter nichts als eine große Veränderungsfähigkeit der Wesen, und ein Erhaltenbleiben derjenigen Formen, die sich den Lebensverhältnissen am meisten gewachsen zeigen. Oft kann es kommen, daß eine Grundform sich lebensfähiger erweist, als alle ihre Varietäten, dann wird sie dieselben eben sämmtlich überleben. Wir sehen oftmals, daß sich uralte Typen durch ein wunderbares Anpassungsvermögen noch den neuesten Weltverhältnissen gewachsen zeigen, und es scheint dann, als hätte die Zeit ihre umwandelnde Kraft ihnen gegenüber eingebüßt, und befestigte nur noch die Starrheit ihrer Form. In der That kann man annehmen, daß eine Form um so mehr an Bildsamkeit einbüßen wird, je öfter sie sich bereits ohne Veränderung wiedererzeugt hat. Bei Annahme einer treibenden Entwicklungskraft, die nach einem bestimmten Gesetze wirksam wäre, müßte man, da es ja noch in der jetzigen Welt keinen Mangel an niedern Lebensformen giebt, hoffen, jene durch Aussterben entstandenen Lücken durch ein Nachrücken ausgefüllt zu sehen, allein im Gegentheil zeigt sich, daß jede Bildung der Natur so sehr das Gepräge ihrer Zeit und ihrer Geburtsumstände trägt, um keine Hoffnung einer Wiedererweckung aus dem Schooße der Möglichkeiten zuzulassen, sobald sie einmal ausgestorben ist.

Damit soll ein allgemeines Fortschreiten der Lebewesen in den verschiedenen Zweigen beider Reiche gewiß nicht geläugnet werden, nur ein nie ruhender Fortschritt muß dem genaueren Naturbeobachter zweifelhaft bleiben. Als ein solcher Fortschritt erscheint uns eine immer weiter gesteigerte harmonische Arbeitstheilung in allen Organsystemen, während eine einseitige Specialisation ziemlich gleichbedeutend mit Rückschritt ist. Es entspricht indessen hierbei den in der Natur gegebenen Bedingungen, daß die Ausbildung der vegetativen Organe, welche ausschließlich der Erhaltung und Fortpflanzung der Art gewidmet sind, derjenigen der animalen Organe, welche die Fortbewegung und das seelische Leben betreffen, vorausgehen muß. Wir finden zugleich, daß dasjenige, was wir hauptsächlich als Fortschritt betrachten, unbedingt an eigene Anstrengungen, an ein Erkämpfen des Lebensunterhaltes gebunden ist. Jedes thierische Wesen, welches dem Türken gleich, die Hände in den Schooß legt, und die Beine untereinanderschlägt, um wie die Muschel zu warten, bis ihr die Tauben in den Mund fliegen, im Uebrigen aber Allah sorgen und die Dinge passiv über sich ergehen läßt, giebt sofort die etwa bereits erlangten Vorzüge seiner Organisation auf, und sinkt auf den Zustand eines willenlosen, lediglich vegetirenden Wesens zurück. Viele solcher auf Kosten Anderer lebende Thiere haben dabei charakteristische Gestalt, Gliedmaßen, hochentwickelte Sinneswerkzeuge, ja den ganzen Kopf und Binnenschmarotzer sogar die wichtigsten Eingeweide eingebüßt, so daß schließlich nicht viel mehr als die eigenartige Protoplasma-Masse, die sich ernährt und

wiedererzeugt, übrig geblieben ist. In den Reihen der im nährstoffreichen Meere festgesetzten oder der in fremden Thieren vorkommenden Schmarotzer sucht man vergebens nach irgendwie nennenswerther Erhebung über ihre Sphäre. Auch das Sicheinschließen in feste Schalen oder Panzer scheint der Wandelbarkeit in weiteren Umfange nicht günstig zu sein. Es ist erfreulich, zu sehen, daß ein solches Zurücksinken und Stabilwerden, wovon wir noch manche ebenso lehrreiche als merkwürdige Beispiele kennen lernen werden, im Thierreiche nur bis zu einer gewissen Entwicklungsstufe hin möglich ist, über welche hinaus es dann nicht mehr vorkömmt. Unter den Wirbelthieren kennen wir nur noch einige wenige schmarotzende Fische, die meist der niedersten Stufe angehören.

Die Stammformen aller fünf oder sechs Thierkreise, je nachdem man die Würmer als eine besondere Abtheilung betrachten will oder nicht, hatten sich herausgebildet in einem Zeitalter, von dem wir keinerlei Denkmünzen besitzen, und ihr Dasein tritt dem Geologen mit einem Male als vollendete Thatsache entgegen. Dieser Umstand hat sehr viele Erdgeschichtsforscher zur Annahme einer unmittelbaren Schöpfung dieser Tausende von Pflanzenthieren, Mollusken, Sternthieren, Urkrebsen und Fischen, welche die silurischen Meere belebten, geführt, etwa wie der Direktor eines eben fertig gewordenen Aquariums seine Becken schnell mit Schaaren von fern bezogenen Seethieren bevölkert. Allein eine solche Voraussetzung läßt sich nicht mit der andern Wahrnehmung vereinigen, daß unter dieser bunten Welt in allen Abtheilungen die Spitzen der Gesellschaft fehlten und zum Theil sich erst nach ganz unendlich langen Zwischenräumen einstellten. Das Auffallende, welches in dem scheinbar unvorbereitet plötzlichen, wie auf Kommandowort erfolgten Auftreten so vieler Lebensformen liegt, erklärt sich aber leicht, wenn wir uns vorstellen, daß die Lebewelt der laurentischen und kambrischen Zeiten, eine vorzugsweise nackte, schalen- und skeletlose war, und darum keine erheblichen Spuren von ihrem Dasein zurücklassen konnte. Das Leben war noch flüssig und von unentschiedener Gestaltung, erst in den abgeleiteten Typen fixirten sich die Formen, durch eine bald nach ihrer Trennung eintretende Schalen- oder Skeletbildung. In dem eine Mittelstellung einnehmenden Reiche der Würmer, begegnen wir selbst heute noch sehr wenigen, wenn man so sagen darf, durch harte Ausscheidungen fixirten Formen, und von dem ungeheuren Reichthum des Meeres an dahin gehörigen schönen und mannigfachen Gestalten würden bei einem Eintrocknen desselben auch heute nur wenig Erinnerungen bleiben. Falls sich also Jemand überrascht zeigt, von dem allzu glänzenden Debüt der Thierwelt in den Archiven der Natur, so muß er daran erinnert werden, daß die ältesten neptunischen Schichten, in deren letzten Theilen jene ältesten Thierspuren auftreten, gegen 70,000 Fuß Mächtigkeit besitzen, während alle späteren Schichten zusammen genommen nicht diese Höhe erreichen. Wenn man nach dieser Stärke der Schichten auf

entsprechende Zeiträume schließen darf, in denen sie abgelagert wurden, so nimmt die Primordial-Lebewelt für ihre Vorbereitung und Entwicklung aus niedern Formen mehr als die Hälfte vom Gesammtalter der meerumflossenen Erde in Anspruch und das ist nach der übereinstimmenden Ansicht aller Geologen ein ganz unausdenkbarer Zeitraum. Der Erhaltung weniger widerstandskräftiger Reste mag außerdem in den älteren Schichten die höhere Wärme des Erdinnern und besonders des Meerwassers feindlich gewesen sein. Aus allen diesen Gründen ist es nothwendig geworden, die Eingangskapitel des Buches der Natur aus andern Quellen zu ergänzen, die Geschichte des Lebens aus dem Leben selbst zu ergründen, während wir im weitern Verfolg vorwiegend von ganz unzweideutigen Dokumenten der Vorzeit werden ausgehen können.

VIII.

In Wehr und Waffen.

Die Stachelhäuter.

Dies Pentagramma macht mir Pein!
Faust.

Dem ganz auf die salzige Fluth beschränkten Kreise der Strahlthiere oder Stachelhäuter gebührt ein Vorrang des Geheimnisses; fremdartig bewegen sich seine Mitglieder unter allen andern Thieren und ihre Familiengeschichte bietet trotz der Reichhaltigkeit der sie betreffenden Aufzeichnungen, in den Archiven der Vorzeit eigenthümliche Schwierigkeiten. Man vereinigte sie früher mit den regelmäßig strahlig nach der Vier- oder Sechszahl gebaueten Pflanzenthieren, bis genauere Untersuchungen erwiesen, daß sie nicht nur keine wirkliche Verwandtschaft, sondern nicht einmal eine über den ersten rohen Eindruck hinausgehende Aehnlichkeit mit denselben besitzen. Die Grundform dieses Thierstammes, dessen jetztlebende Zweige die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken oder Holothurien darstellen, läßt sich am besten einer fünftheiligen Sternblume vergleichen, deren Blätter zuweilen zu einer Knospe zusammengeschlagen, oder nicht ausgebildet sind. Dem in der Mitte solcher Blumen z. B. der Enzianarten, in der Verlängerung des Stieles gelegenen, zweiseitig symmetrischen Fruchtknoten entspricht bei den Sternthieren ein allen fünf Abschnitten gemeinsamer, aber nicht strahlig gebaueter Verdauungs-Kanal, mit gegenüber oder nebeneinander belegenen Ein- und Ausgängen. Dieses Mittelstück wird von drei, meist ringförmig verbundenen Organsystemen umgeben, welche je fünf Hauptstränge in die fünf Gegenstücke (Antimeren) des Körpers entsenden. Es sind dies ein Nervenring, ein Gefäßsystem, von dem die ernährenden Hauptadern ausstrahlen und drittens ein diesen Thieren ausschließlich angehöriger Wasserapparat, um zahlreiche, strahlig vertheilte Hohlsäcke, die als Schreit- und Saugfüßchen dienen, abwechselnd anzuschwellen und schlaff werden zu lassen.

Was bei den Pflanzenthieren der Nahrungsstrom verrichtete und zuweilen bei höheren Thieren ein unwillkürlich gesteigerter Blutandrang hervorbringen kann, muß hier eine Körperflüssigkeit verrichten, zu welcher das durch eine (zum Zwecke der Filtration mit kleinen Oeffnungen versehene) Siebplatte aufgenommene Seewasser unmittelbar Zutritt hat. Jedes Fünftel des Körpers bildet, von den gemeinsamen Verdauungs- und Ernährungswerkzeugen abgesehen, gleichsam ein besonderes Thier, mit eigenem Nerv- und Gefäßstamm, mit eigenen Gliedern, Sinnes- und Fortpflanzungswerkzeugen. Das fällt namentlich ins Auge bei den Seesternen und einzelnen Seelilien, bei denen jedes Fünftel zu einem langen, oft mehrfach getheilten Strahl ausgezogen ist; es gilt aber nicht weniger für die Seeigel und Seegurken, bei denen diese Strahlen in den kuglichen oder walzenförmigen Umkreis des Verdauungskanals gleichsam eingezogen wurden, so daß der strahlige Bau für den Anblick aus der Entfernung zuweilen ganz verschwindet. In den ersten Fällen zeigt jeder dieser fünf Strahltheile den Bau eines in zahlreiche Querstücke (Metameren) mit eigenen Nervenknötchen, Seitenanhängen und Schwellfüßchen getheilten, zweiseitig symmetrischen Gliedwurms und diesen Abtheilungen entsprechend, ist die durch eingelagerte Kalktheile verknöcherte Hautschicht in lauter kleine bewegliche Platten, von größter Zierlichkeit der strahligen Anordnung, zerspalten. (Fig. 115.) Ein solches gelenkreiches äußeres Skelet findet sich außer bei den Krebsen nur noch bei einigen echten Ringelwürmern der ältesten Zeiten, die ohne eigentliche Nachkommenschaft ausgestorben zu sein scheinen, den sogenannten Panzerwürmern der silurischen Schichten. Ja man kann eine solche Gliederung der äußeren Schale fast nur im Zusammenhange mit der Metamerenbildung des Wurmkörpers entstanden denken und die Einpanzerung der Meeräpfel, Knospenlilien und Seeigel, welche einen durchaus rundlichen Körper besitzen, läßt sich am leichtesten durch eine Erbschaft von Panzerwürmern erklären; das bei einzelnen Sternthieren aus schier unzähligen Plättchen bestehende Panzerkleid sicherte diesen Thieren nicht nur Widerstandsfähigkeit im harten Kampfe ums

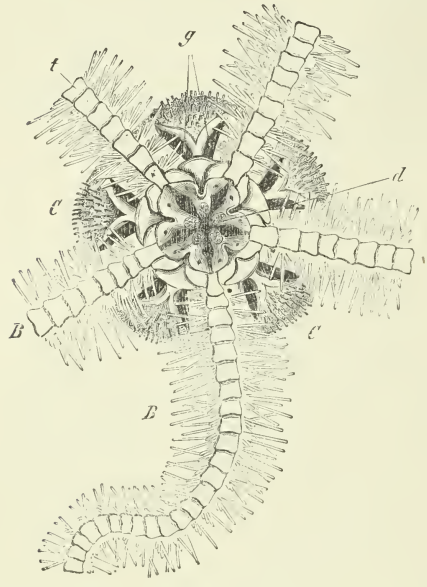


Fig. 115.
Mittelstück (C) eines Schlangensterns (Ophiotrix fragilis) mit dem Ansatz der Arme (B). t Armpanzerplatten. d Kauplatten. g Geschlechtsspalten. (Nach Gegenbaur.)

Dasein, sondern auch ein unsterbliches Gedächtniß bei der Nachwelt, während diejenigen Mitglieder, die wie Seegurken seine Ausbildung vernachlässigt haben, in ihrer historischen Stellung sehr bedroht erscheinen.

Es giebt nämlich zwei schroff gegenüberstehende Meinungen über die Abstammung und Geschichte der Sternthiere, die sich kurz dahin zusammen-

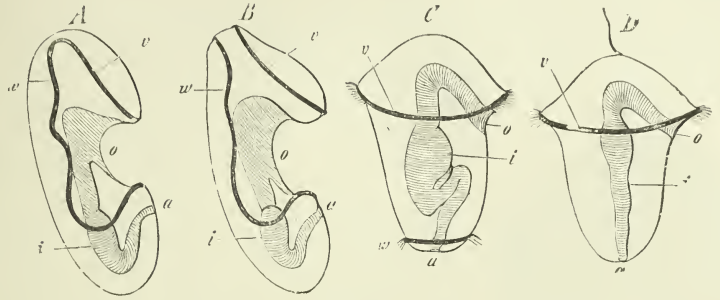


Fig. 116.
A Larve einer Holothurie, B eines Seesternes. C D Wurmlarven. o Mund. i Magen. a Auswurfsöffnung. v w Wimperschnuren.

fassen lassen, daß manche Naturforscher annehmen, die Strahlen seien aus dem Mittelstück, andere, das Mittelstück sei aus den Strahlen hervorgegangen. Nach der einen Ansicht würden die Holothurien der gemeinsamen Stammform des Geschlechts am nächsten stehen, nach der andern die echten Seesterne. Beide Parteien führen gewichtige Gründe für ihre Ansicht ins Feld, allein die der letzteren scheinen uns vorläufig die wahrscheinlichsten. Die Entwicklungsgeschichte aller hierher gehörigen Thierformen zeigt zunächst übereinstimmend, daß das in der Jugendform gleichsam zu neuem Leben erweckte Ahnenthier jedenfalls ein zweiseitig symmetrischer Wurm gewesen ist, denn jene ist von den Larven gewisser Würmer kaum zu unterscheiden. (Fig. 116.) Und aus dieser der Gasträaform (Fig. 76 c) folgenden wurmförmigen Seesternlarve (Fig. 116 B) entsteht das Sternthier nicht etwa durch eine einfache Metamorphose, sondern durch eine Art innerer Sprossung, die einem Generationswechsel ähnlich sieht, an den im Würmerreiche mehrfach beobachteten Vorgang erinnernd, wo aus dem geschlechtlich erzeugten Einzelthier eine

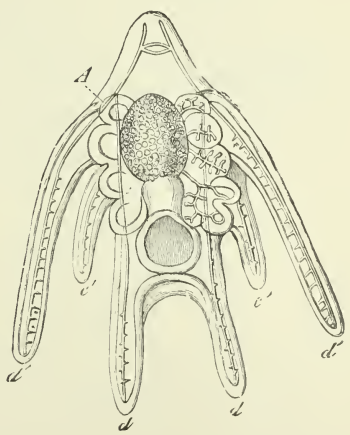


Fig. 117.
Pluteus-Form eines Schlangensterns.
A Anlage des Echinoderms mit sprossenden Armen. d, o Fortsätze der (in umgekehrter Stellung schwimmenden) Larve.

Colonie sternförmig zusammenhängender oder zu Kränzen und Walzen vereinigter Würmer mit gemeinschaftlicher Kloake hervorgeht. (Vergl. S. 189.) In der That behält das vollkommene Thier, selbst von der entwickelteren Jugendform, dem einer Malerstaffelei ähnlichen, sogenannten Staffelthierchen oder Pluteus (Fig. 117) beinahe nichts als einen Theil des gemeinschaftlichen Verdauungskanales bei.

Uns erscheint daher die Hypothese, welche Häckel über den Ursprung der Sternthiere aufgestellt hat, nach welcher sie ursprünglich aus einem zusammengesetzten Thier, einem Würmerstock hervorgegangen wären, der nach und nach zum Einheitsthier verschmolz, trotz der anscheinenden Abenteuerlichkeit des Gedankens, immer noch als die weitaus wahrscheinlichste, und darnach würde als älteste, dem Urtypus am nächsten stehende Gruppe die der echten Seesterne zu betrachten sein. Bei diesen Thieren empfängt man wirklich den Eindruck, als sei in ihnen eine Anzahl von fünf oder mehr Gliederwürmern zu einer zusammengesetzten Person verschmolzen, wie dies besonders bei der noch in der heutigen Lebewelt vertretenen Gattung Asterias (Fig. 118) in Erscheinung tritt. Das Mittelstück hat sich hier noch nicht zu der abgegliederten Hauptperson erhoben, wie bei allen andern Familien, und selbst der Magen, welcher in jeden Strahl einen Blindsack hineinsendet, scheint gleichsam erst auf der Wanderung nach dem Mittelstück begriffen, die Centralisirung ist noch in den Anfängen. Sehr bedeutsam ist ferner der

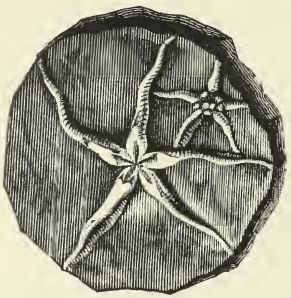


Fig. 118.
Asterias lumbricalis. Aus dem mittleren Lias.

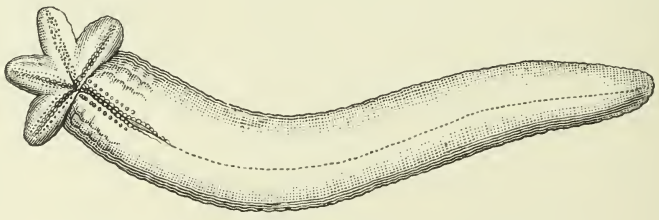


Fig. 119.
Kometenform von Ophidiaster multiforis $^2/_1$. Von der Bauchseite.

Umstand, daß man unter den Seesternen auch andere Zusammensetzungszahlen als die Fünf antrifft, ebenso wie sich bei den Sackwürmern bald sechs, bald acht oder mehr Personen gemeinschaftlicher Sprossung zu einem Stern mit gemeinsamer Kloake zusammenlegen. Wir würden diese mehrarmigen Seesterne von mehrstrahligen Ahnen ableiten, oder auch ein Rückschlagen auf die ursprüngliche Unbestimmtheit der Theilnehmerzahl annehmen können, während

alle übrigen Sternthiere von einem fünftheiligen Gesellschaftsthier abzustammen und diesen Charakter als eine unveräußerliche Eigenheit erworben zu haben scheinen. Außerdem spricht der Umstand, daß ein abgelöster Arm eines Seesternes selbständig fortleben, und seine vier Gesellschafter durch Sprossung neu ergänzen kann, sehr für die Anschauung, daß diese Arme etwas mehr als nachträglich hervorgetriebene Seitenorgane sind. Ein solcher sich neu ergänzender Seestern erscheint dann unter den übrigen Sternen des Meeres, wie ein Kometenstern mit langem Schweif (Fig. 119). Diese aus scheinbar verschiedenartigen Armen zusammengesetzten Personen kannten schon die alten Naturkundigen und auf sie bezog sich ohne Zweifel die von Aelian und Oppian berichtete Sage, daß wenn man einen lebenden Seeigel — auch die Seesterne sind oft sehr stachlich — zerstückele und die Stücke einzeln ins Meer werfe, diese sich aufsuchten und neu zusammenfügten.

Auch die durch Versteinerungen verbürgte Geschichte der Seesterne widerspricht in keiner Weise der Annahme, daß dieselben den Grundstamm der Stachelhäuter darstellen könnten. Das Geschlecht der Altsterne (Palaeaster), von der Figur 120 eine wenig veränderte, spätere Art darstellt, ist nicht nur bereits in den untersten Silurschichten Europas und Amerikas vertreten, sondern sogar in den kambrischen Schichten von Bala in Wales gefunden worden, so daß es zu den ältesten überhaupt bekannten Echinodermen, — die bald zu erwähnenden Meeräpfel nicht ausgenommen, — gehört. Dazu kommt, daß die Seesterne unter den Echinodermen unbedingt den gleichförmigsten und beständigsten Typus darstellen. Mit Erstaunen bemerkt man unter den Versteinerungen der ältesten Silurschichten echte Seesterne und Schlangensterne, die in ihrer Gesammterscheinung so wenig von den noch heute lebenden Formen abweichen, daß die genaueste Untersuchung nöthig ist, um wirklich einige kleine Unterschiede zu finden. Alle übrigen Echinodermen haben im Laufe der Zeiten nachweislich viel tiefer gehende Wandlungen erfahren, was meist ein Zeichen jüngerer Abkunft ist. Ein Umstand verdient indessen hier Beachtung, nämlich der Bau der auf der Mittellinie der Unterseite der Arme verlaufenden Ambulacralfurchen, die ein Wassergefäß aufnehmen, und deren Platten bei Palaeaster und den

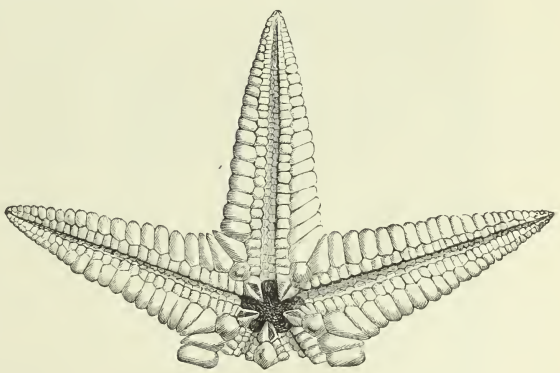


Fig. 120.
Palaeaster Eucharis, aus dem amerikanischen Devon.
In natürlicher Größe von unten.

meisten ältesten Seesternen ähnlich wie an den Armen der Crinoiden alterniren, während sie bei den jüngern Seesternen einander gegenüberstehen. Man rechnet daher auch jene ältesten Seesterne zu einer Gruppe, die man als diejenige der Crinoiden ähnlichen Seesterne (Encrinasteriae) bezeichnet.

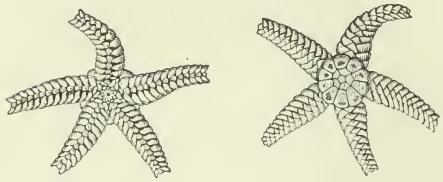


Fig. 121.
Aspidura loricata aus der Trias.

Schon in den ältesten Meeren mischten sich unter die echten Seesterne die durch Uebergangsglieder mancherlei Gestalt vermittelten sogenannten Schlangensterne oder Ophiuriden, bei denen das Mittelstück, welches die Verdauungswerkzeuge aufgenommen hat, sich mehr und mehr zur selbständigen Hauptperson, in Gestalt einer runden oder eckigen Scheibe ausgebildet hat, an welcher die muthmaßlichen Gründer der Firma als scharf abgesetzte, oft

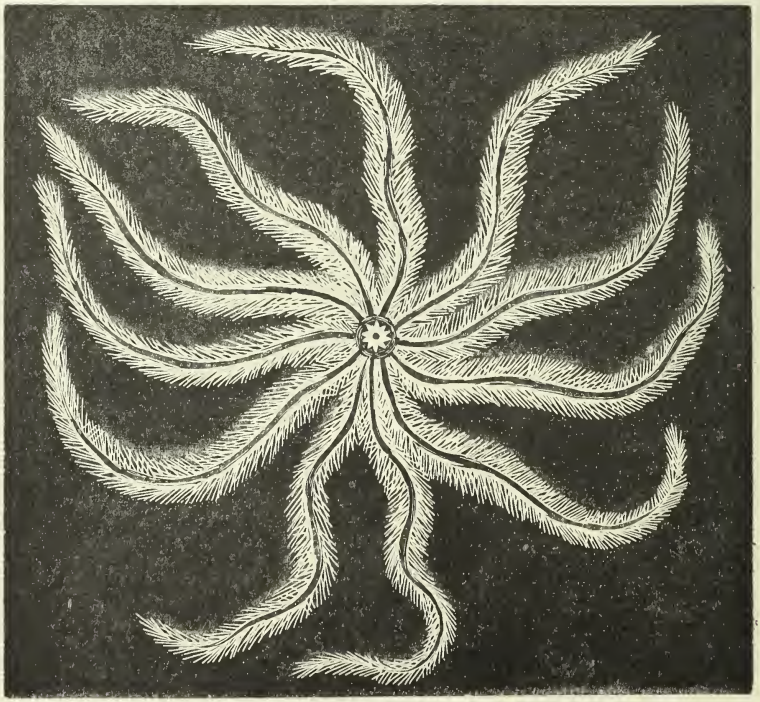


Fig. 122.
Brisinga endecacnemos.

schlangenförmig verlängerte, viel gegliederte, furchenlose Arme sitzen (Fig. 121). In der heutigen Schöpfung stehen sich die echten Seesterne und die Schlangen-

ſterne ſo unvermittelt gegenüber, daß man an ein vollſtändiges Ausſterben jener zahlreichen Mittelformen denken mußte, bis vor etwa zwanzig Jahren der ſchwediſche Naturforſcher Absjornſen aus einer großen Tiefe des Hardanger Fjords einen elfarmigen Seeſtern (Brisinga Fig. 122) emporzog, der eine deutliche Uebergangsform zwiſchen beiden Familien darſtellt, und daher in keiner von ihnen unterzubringen war, weil er nur in der Vorwelt ſeine Verwandten beſaß. So werden unſere Kenntniſſe von den Verwandſchaftsverhältniſſen der Lebeweſen noch beſtändig ergänzt und beinahe jeder neue Fund, welchen die Tiefſeeforſchungen unſerer Zeit an den Tag brachten, eignete ſich, eine längſtgefühlte Lücke der Weſenreihen auszufüllen.

Nicht ganz ſo ſicher iſt die dritte Ordnung der Seeſterne, die der Meduſenhäupter oder Euryaleen, deren Arme nicht mit Schildern bedeckt ſind und ſich gewöhnlich mehrfach veräſteln, unter den foſſilen Formen nachgewieſen. Doch kennt man einige ſtachelragende Seeſterne des obern Silur und Kohlenkalk, die wahrſcheinlich zu dieſer Gruppe gehört haben. In der Neuzeit ſind ſie durch mannigfache Formen vertreten, unter denen das Meduſenhaupt (Fig. 123) eine der ſchönſten iſt. Ihre Entwicklungsgeſchichte zeigt, daß die veräſtelten Arme aus einfachen Armen hervorgegangen ſind, was allerdings von ſelbſt verſtändlich erſcheint.

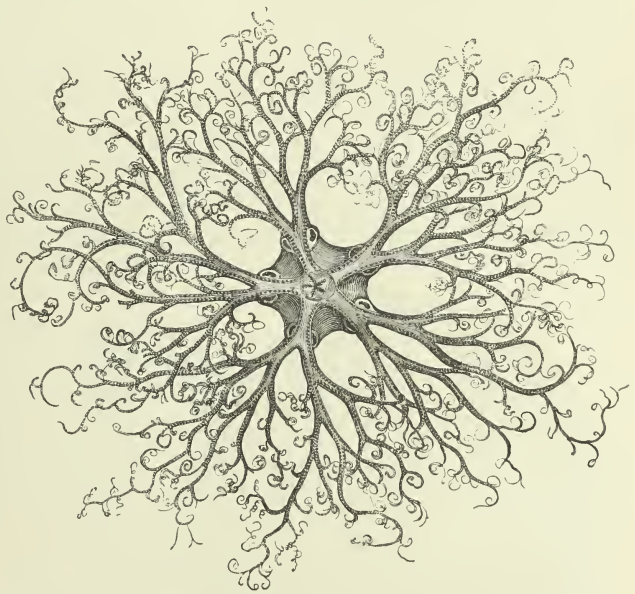


Fig. 123.
Meduſenhaupt (Astrophyton verrucosum).

Kehren wir zu den älteſten Seeſternen zurück, ſo finden wir darunter verſchiedene Formen, die eine große Annäherung an die ſchon erwähnten Meeräpfel und andre Stachelhäuter-Klaſſen zeigen. Bei ihnen hat ſich gleichſam die Scheibe zwiſchen den Armen vergrößert, ſo daß dieſe nicht mehr über dieſelbe, welche ein regelmäßiges Fünfeck darſtellt, hervorragen, während die Ambulakralfurchen ſich als ſchmale Rinnen auf dem Rücken fortſetzen,

was bei spätern Seesternen niemals vorkömmt, während wir ähnliche pentagonale Seesterne ohne frei hervortretende Arme noch heute lebend finden. Diese scheibenförmigen Formen, zu denen der mit stacheltragenden, vieleckigen Zwischenplatten versehene Palaeodiscus (Fig. 124) und der mit dem Rücken

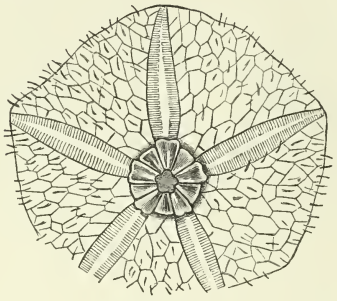


Fig. 124.
Palaeodiscus ferox
aus englischem Obersilur.

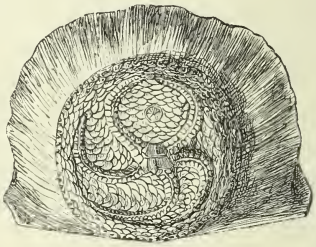


Fig. 125.
Agelacrinus cincinnatiensis,
Untersilur von Cincinnati.

flach auf Muschelschalen u. s. w. festwachsende Agelacrinus (Fig. 125) gehören, werden daher von einzelnen Paläontologen zu den Seesternen, von andern zu den Seeäpfeln (Cystoideen) gerechnet, weil sie eben offenbare Uebergangsformen zwischen beiden Gruppen darstellen. Eine andre merkwürdige Form, einen kurzarmigen, mit einem Stiele versehenen Seestern (Caulaster pedunculatus), der ein Mittelglied zwischen Seesternen und Seelilien darstellen soll, hat man kürzlich während der Expedition des Travailleur aus den Meerestiefen emporgezogen. Während aber der Mitteltheil bei den Seesternen immer flach und scheibenförmig bleibt, rundet er sich bei den eigentlichen Seeäpfeln zu einem kuglichen gestielten Körper, der mit mehr oder weniger zahlreichen polygonalen und von feinen Oeffnungen durchbohrten Platten bedeckt ist, ungefähr von Apfelgröße, weshalb man sie auch Beutelstrahler nennt. Diesen gerundeten Mittelkörper scheinen alle später aufgetretenen Echinodermen von den Meeräpfeln geerbt zu haben, denn außer zu den Seesternen zeigen die

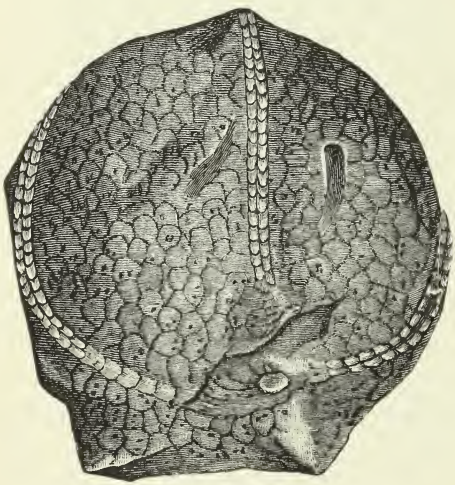


Fig. 126.
Mesites Pusireffskii aus dem russischen Untersilur.
Rückenansicht.

Seeäpfel nähere Beziehungen zu Haarlilien, Knospenlilien und Seeigeln, als irgend welche dieser Gruppen zu einander. Man kann sie daher als sogenannte synthetische Gruppe, in der die Kennzeichen der andern Gruppen vereinigt sind, bezeichnen. Sie zeigen sich daher auch sehr vielgestaltig. Während die scheibenförmigen Seeäpfel sich unmittelbar an die Seesterne anschließen, nähern sich andere, bei denen die am Scheitel befindliche Mundöffnung mit fünf dünnen Armen umgeben ist, den Haarlilien. Wieder bei andern Arten, die sich den Seesternen ohne freie Arme anschließen, sind die letzteren auf den Körper des Seeapfels gleichsam zurückgeschlagen, so daß sich, wie bei den eben besprochenen beiden Formen die fünf Ambulakralfurchen meridianartig vom Munde aus über einen mehr oder weniger großen Theil des Körpers ausbreiten. Hierher gehört die Gattung Mesites (Fig. 126), eine Seeapfelform, die außer mit den beiden vorgenannten seesternähnlichen Meeräpfeln noch bedeutsame Uebereinstimmungen mit den älteren Seeigeln darbietet, auf die wir später zurückkommen.

Oft sind diese fünf Furchen ziemlich kurz wie bei Hemicosmites pyriformis (Fig. 127) und bilden dann nur einen kleinen fünfzackigen Stern in der Nähe des Scheitels. Diese Formen führen unmittelbar zu den sogenannten Knospenlilien oder Knospenstrahlern (Blastoideen) hinüber, welche seit der Devonzeit an die Stelle der damals ausgestorbenden Seeäpfel getreten waren,

Fig. 127.
Hemicosmites pyriformis.
Aus dem untersiluriſchen
Syſtem Rußlands.

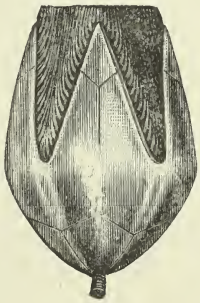


Fig. 128.
Pentremites sulcatus.
Aus dem Kohlenkalk.

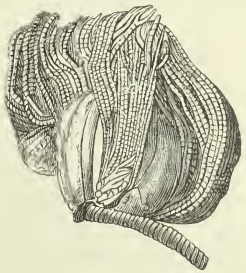
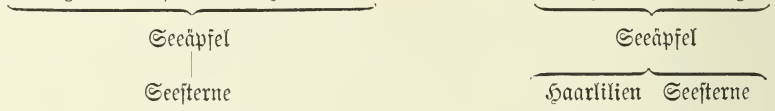


Fig. 129.
Granatocrinus Norwodii.
Aus dem Kohlenkalk.

aber schon im Laufe der Steinkohlenformation ebenso vollständig erloschen sind, wie ihre Vorgänger. Ihr Name erklärt sich, weil die Mehrzahl der hierher gehörigen Arten, bei im allgemeinen ähnlicher Form, die anmuthige Erscheinung eben aufbrechender Blüten darboten, bei denen an der Spitze des halbgeöffneten Kelches die fünf Blumenblätter zwischen den fünf Kelchzipfeln hervorblicken (Fig. 128). Die fünf Ambulakralfelder sind hier nämlich mit

feinen, nach oben gerichteten Fiedern besetzt, die bei einzelnen Arten, wo die Felder bis zum Stiel herablaufen, etwas länger wuchsen (Fig. 129). Es kann kein Zweifel sein, daß die Knospenlilien, die auf der einen Seite Aehnlichkeiten mit den Seesternen, auf der andern solche mit den Seeigeln darbieten, wirklich von den Seeäpfeln herstammen, denn es giebt unter den letzteren verschiedene Gattungen, wie z. B. Codonaster, die bereits sehr deutlich das Aussehen der Knospenstrahler darboten. Da nun ferner die mit wirklichen Armen versehenen Seeapfel-Arten deutlich zu den sogleich zu betrachteten Haarlilien hinüberleiten, so finden wir in den Seeäpfeln eine Art Mittelgruppe, aus der sich, wie Neumayr gezeigt hat, sämmtliche Zweige der Echinodermen herleiten lassen würden, weshalb sie, da sie mit zu den ältesten Formen gehören, bereits durch Leopold von Buch als die Stammgruppe der Familie angesehen wurden. Man würde die Verwandtschaften der einzelnen Zweige somit leicht durch Gruppirung derselben um die Seeäpfel darstellen können, etwa wie in den folgenden Schemata:



Halten wir an unsrer oben ausgesprochenen Ansicht fest, daß die Stachelhäuter einem Würmerstock entsprossen sind, so können wir in der Geschichte der Echinodermen zwei verschiedene Wege unterscheiden, auf denen das fünftheilige Gesellschaftsthier zum Einheitsthier verschmolz, nämlich den einen, bei welchem gleichsam ein Aufsaugen der Arme durch das Mittelstück erfolgte, wie bei Meeräpfeln, Knospenstrahlern und Seeigeln, und einen zweiten, bei welchem sich die fünf Arme in ein Gezweig fein zertheilter Aeste und Anhänge auflösten, wie bei den Medusenhäuptern und Haarlilien.

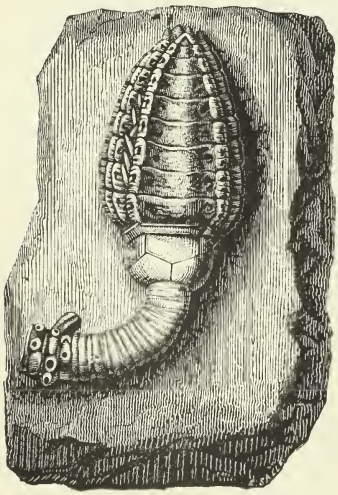


Fig. 130.
Cupressocrinus aus dem Kohlenkalk.

Auch die Haarlilien (Crinoideen), die mittelst eines beweglichen Stieles auf dem Meeresboden festgewachsen sind, treten sehr früh und mit mancherlei Formen auf den Schauplatz. Sie sind ziemlich unpassend See- oder Meerlilien genannt worden, da doch ihre oft wunderbar zierlich gebauten Blumenkelche gleich den meisten, der viel später erblüheten Blumen des Festlands nach der Fünfzahl gebaut sind, während die Blume der Unschuld sechs Blumenblätter

aufweist. Bei den ältesten Haarlilien waren die Kelche und Arme dick und massig entwickelt, die letzteren höchstens ein- oder zweimal getheilt, und die Glieder dann meist mit kurzen, den Gliedanhängen der Ringelwürmer entsprechenden Fiedern versehen (Fig. 130). Bei diesen älteren Haarlilien, welche bereits im Kohlenkalk ihre Glanzzeit erreichten, und deren letzter Sproß am Ende der Primärzeit (in der permischen Periode) ausstarb, sind Kelch

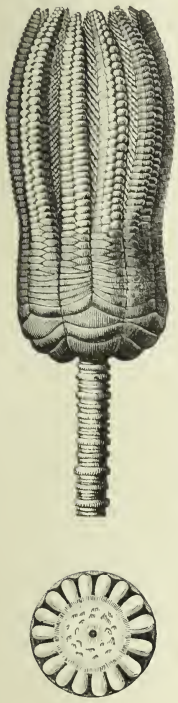


Fig. 131.
Encrinus liliiformis aus dem Muschelkalk. Ein Drittel d. natürl. Größe. Darunter ein Stielglied (Räderstein) natürl. Durchmesser.

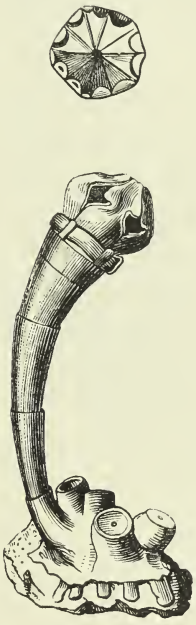


Fig. 132.
Eugeniacrinus caryophyllatus aus dem weißen Jura von Streitberg in Franken. Darüber der Kelch. (Natürliche Größe.)

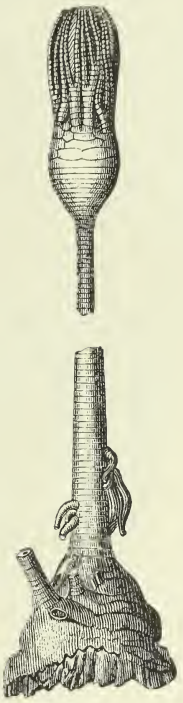


Fig. 133.
Apiocrinus Roissyanus aus dem Korallenkalk von Tonnerre(Yonne). Ein Drittel der natürlichen Größe. Nach d'Orbigny restaurirt.

und Arme mit Platten besetzt, die ohne Gelenkleisten nebeneinander liegen. Auf diese, deshalb Tafellilien (Tesselaten) genannten, im allgemeinen plumperen Formen folgten schon zur Zeit der Kohlenkalk-Bildung einzelne Vorläufer der ungleich zierlicher und beweglicher gebaueten Gliederlilien (Artikulaten, Fig. 131 u. folg.) mit durch Gelenke verbundenen Plättchen, die in der Jura- und Kreidezeit den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichten, seitdem aber beständig wieder abnahmen und nur in einzelnen Vertretern auf unsre Zeit gekommen sind. Daß die neueren Haarlilien (Neokriniden) von den alten Haarlilien (Paläokriniden) abstammen, beweisen einige

merkwürdige Arten, wie z. B. Allagecrinus Austini aus dem Kohlenkalk, deren Jugendformen die Charaktere der paläozoischen Tesselaten und zwar speziell der Haplokriniden darbieten, während das erwachsene Thier bereits zu den Artikulaten gerechnet werden muß. Indessen zeigt auch diese Art, welche also die Charaktere der Tesselaten und Artikulaten vereinigt, noch eine den sämmtlichen alten Haarlilien gemeinsame Unregelmäßigkeit der Plattenanordnung, die bei den jüngern verschwindet, weshalb man sie auch als Irregularia und Regularia einander gegenüberstellt.

Fig. 134.
Pentacrinus fasciculosus. Aus dem Liasschiefer von Boll in Württemberg.

In den Meeren der Juraperiode setzten die graziösen Gestalten der jüngern Haarlilien am Fuße der Korallenbauten oft wahre Dickichte von einer märchenhaften Schönheit zusammen, oder siedelten sich mit ihren gelenkigen, jeder Wellenbewegung folgenden Stielen und Armen zwischen den Klippen fest. Zwei Gattungen (Apiocrinus und Pentacrinus) scheinen besonders häufig gewesen zu sein, denn die runden, gegen den Kelch allmälig verbreiterten Stengelglieder der ersteren und die fünfeckigen, mit einem schönen Sterne gezierten Stengelglieder der letzteren setzen ganze Lagen jener Schichten zusammen. Ihnen gesellten sich die kleinen gedrungenen Gestalten der Nelken-Haarlilien (Fig. 132), so genannt, weil ihr Kopf einer Gewürznelke glich. Bei den Apiokriniden (Fig. 133) traten die schlanken, oft sehr hohen Stengel meist zu mehreren aus derselben Wurzel hervor und trugen auf dem birnförmigen, nur einen beschränkten Raum für die Magen-

höhle lassenden Kelch eine schöne, wenngleich nicht allzugroße Sternblüthe. Während der Reiz der Angehörigen dieser Gattung in der Schlankheit und

Fig. 135.
Platte mit Pentacrinus colligatus aus dem oberen Lias von Holzmaden (Württemberg).

Eleganz des gegen Kelch und Wurzel sanft anschwellenden, säulenförmigen Stieles lag, trugen die ungeheuer langen fünfkantigen Stiele der Pentakrinus-Arten — Quenstedt hat sie in einem Falle fünfunddreißig Fuß weit im

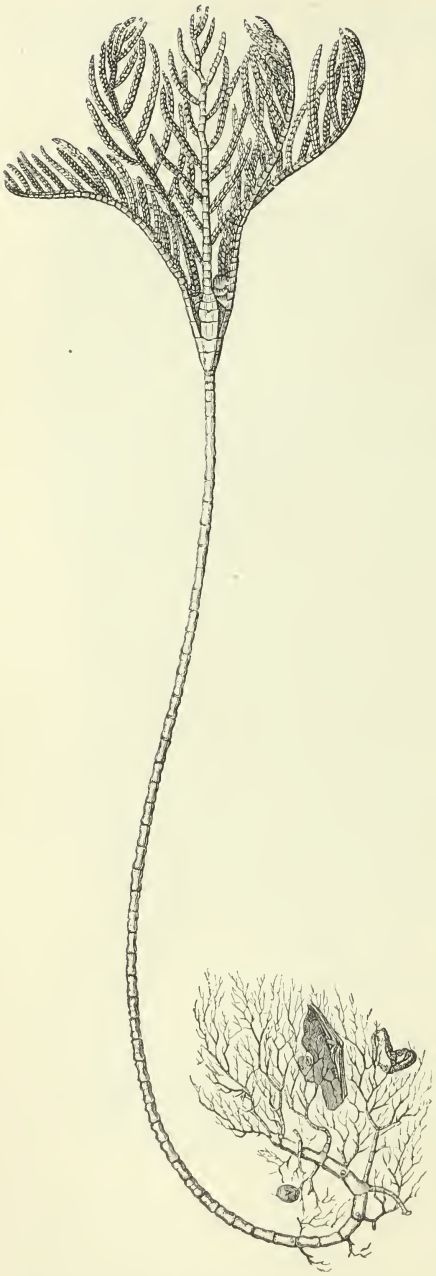


Fig. 136.
Wurzelhaarlilie (Rhizocrinus lofotensis).
1½ der natürl. Größe.

Gestein verfolgt, ohne die Enden zu erreichen — eine Wunderblume ohne verdickten Kelch, deren Strahlen erst wiederholt gablig getheilt sind, während die Endspitzen dann so unendlich zart gefiedert erscheinen, daß die letzten Endungen nach vielen Tausenden, die Gliedstücke nach Millionen zählen. Trotz dieser bis in's Unendliche gehenden Gliederung stehen die Haarlilien keineswegs besonders hoch in der Wesenreihe und es zeigt sich hierdurch deutlicher als irgendwo, daß nicht die Zahl gleichwerthiger, sondern nur diejenige ungleichwerthiger Gliedmaßen den Rang eines Wesens über seines Gleichen erhöhen kann (Fig. 134). Bei einzelnen dieser herrlichen Formen scheinen sich auch die langen schlanken Stengel zu einem Flechtwerk verbunden zu haben, einen „Garten der Nereiden" von märchenhafter Pracht bildend. Die Abbildung Figur 135 zeigt eine Platte aus dem Stuttgarter Naturalienkabinet mit solchen verschlungenen Stielen.

Von der letztgenannten, schönsten Gattung der Haarlilien hatte man eine einzelne seltene Art (Pentacrinus caput Medusae) in einigen wenigen Exemplaren lebend gefunden, aber die Apiokriniden und ihre Verwandten hielt man seit undenklichen Zeiten für ausgestorben. Allein vor einer Reihe von Jahren zog der mehrerwähnte Pastor Sars an der norwegischen Küste aus einer Tiefe von 1800 Fuß eine Meerlilie hervor, die den Haarlilien der Jurazeit außerordentlich nahe steht, und gleichsam ein lebendes Fossil vorstellt. Sie wurde von dem jüngern Sars, der sie 1866 in der Nähe

der Lofoten fand, Rhizocrinus lofotensis (Fig. 136) genannt, allein die Tiefseeforschungen zeigten, daß sie auf dem Grunde des atlantischen Ozeans an ungeheuer weit von einander entfernten Orten, z. B. im mexikanischen Meerbusen ebenfalls lebt. Ihre Zergliederung hat den Naturforschern wichtige Aufschlüsse über die Organisation der Weichtheile jurassischer Haarlilien ergeben. Den Naturforschern des amerikanischen Schiffes Haßler gelang es, auf ihrer Expedition von 1871—72 eine solche den Apiokriniden nahestehende Meerlilie lebend aus der Tiefe emporzuziehen und sie am Bord des Schiffes mit Muße zu beobachten. So lange die Thierblume geschlossen war, blieben auch die Fiederchen der Arme gegen dieselbe angedrückt, aber in demselben Grade, wie die Krone sich öffnete, breiteten sich diese Fiederchen seitlich aus. Dabei krümmten sich die Arme nach außen zurück, so daß sie sich zuletzt im Rücken berührten und die ganze Erscheinung einer Türkenbundlilie glich. Wurde das Thier beunruhigt, so legten sich zuerst die kleinen Fiederchen an die Arme, dann näherten diese sich aneinander und das ganze Gebilde schloß sich langsam und feierlich. Ohne Zweifel war es ein aufregendes Schauspiel, diese Regungen eines Lebens zu beobachten, welches man längst erstorben wähnte, an einem Thiere, dessen Verwandten die Korallenbänke des Jurameeres in dichten Schaaren bevölkerten. Noch ein Vorgang beim Sterben des Thieres bewies, wie sehr, trotz der ungeheuren inzwischen verflossenen Zeit, das Thier den Gewohnheiten seiner Ahnen treu geblieben ist. Es zerbrach im Sterben seine Arme selbst, wie es die meisten Apiokriniden thaten, deren Kelche sich deshalb ziemlich allgemein ohne Arme finden. Diese offenbar auf einer Art unwillkürlichen Krampfes beruhende Anlage zur Selbstzerstörung ist auch bei verschiedenen Seesternen, Holothurien und Krebsen beobachtet worden. Mehrere Krebse werfen ein Bein, welches man in besondrer Weise reizt, sofort ab. Bei einem zu den mehrarmigen Seesternen gehörenden Thier, Luidia fragilissima, ist diese Anlage, im Sterben oder bei unsanfter Berührung sich in tausend Stücke zu zersprengen, so weit ausgebildet, daß man, um es für naturhistorische Sammlungen zu präpariren, eine besondere List anwenden muß. Man taucht es nämlich unversehens in Süßwasser, welches auf dieses Thier wie Gift wirkend, einen so plötzlichen Tod herbeiführt, daß der zerstörende Krampf nicht zur Wirkung

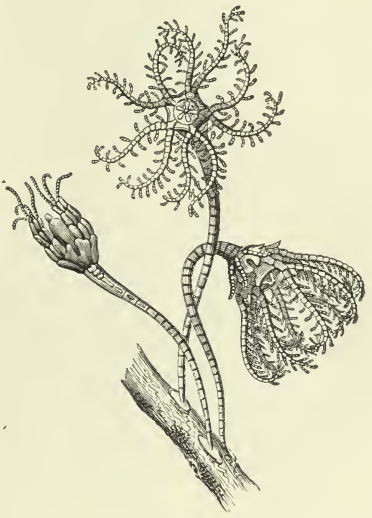


Fig. 137.
Comatula mediterranea.

kommen kann. Daraus, daß man mehrere Gattungen dieser Haarlilien älterer Familien in neuerer Zeit in größeren Tiefen auf dem Meeresboden gefunden hat, haben einige Naturforscher schließen wollen, daß sie, früher in geringerer Meerestiefe lebend, sich dahin zurückgezogen hätten, weil sie nur dort den größeren Druck und das mindere Licht fänden, was sie früher in geringeren Meerestiefen anzutreffen gewohnt waren. Allein der zarte Bau der meisten Gliederlilien scheint anzudeuten, daß sie von jeher für Seetiefen organisirt waren, die wenigstens nicht mehr von den Stürmen der Oberfläche aufgewühlt werden. In der That hat man bei der Challenger-Expedition aus Tiefen von fünfhundert bis zweitausend Faden zahlreiche lebende Pentacrinus-Arten emporgezogen, einmal fünfzig Exemplare mit einem einzigen Schleppnetzzuge.

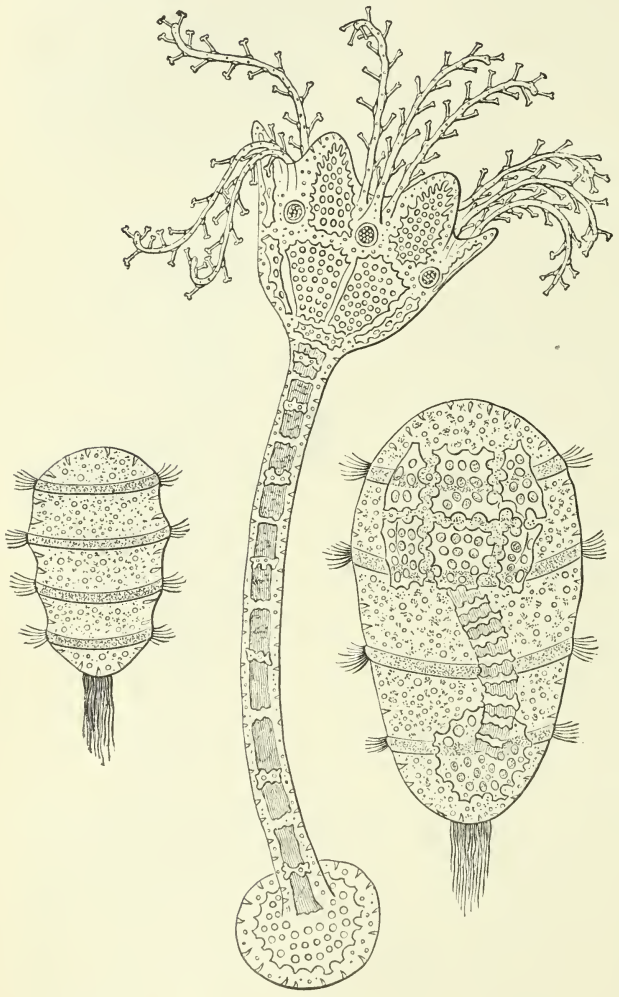


Fig. 138. Fig. 140. Fig. 139.
Entwicklung von Comatula rosacea nach Thomson und Carpenter.

Wenn in dem vollständigen Ersatz der Tafellilien durch die sie ablösenden Gliederlilien eine zweifellose Vervollkommnung des Typus ausgedrückt ist, so war damit der Entwicklungskreis noch keineswegs beendet. In der Jurazeit trat vielmehr noch eine neue Abtheilung der Crinoiden auf, welcher die Mehrzahl der jetzt noch lebenden Vertreter derselben angehört, die Haarsterne, während

die Haarlilien, wie gesagt, seit ihrer Blüthezeit im Jurameere auf dem Aussterbe-Etat stehen. Sie haben eine Entwicklung, die an die oben beschriebene Entwicklung der Medusen aus Hydroid-Polypen erinnert, obwohl hier stets aus jeder mit ihrem Fuße festgewachsenen Haarlilie nur ein Haarstern hervorgeht. Die Blume macht sich in ihrem Alter von dem Stengel los, schwimmt und kriecht, die kürzern innern Arme (Fig. 141) als Haltorgane benützend, auf Klippen, Tangen, Korallenstöcken u. s. w. umher. Von diesen letzten Nachkommen des Haarlilien-Geschlechts leben noch mehr als dreißig Arten (Fig. 137) in allen Meeren, während die eigentlichen Haarlilien bis auf eine bescheidene Zahl in den größten Meerestiefen lebender Arten, zusammengeschmolzen sind. Diese jüngsten ihres Stammes durchlaufen aber in ihrem Dasein fast die ganze Geschichte ihres Geschlechtes. Es verlohnt sich deshalb, ihre Entwicklung, welche Wyville Thomson und Carpenter an Comatula rosacea studirt haben, etwas genauer zu betrachten. Die Larve verläßt das Ei in Gestalt einer tönnchenförmigen Wurmlarve mit gewimperten Bändern und einem Haarschwänzchen (Fig. 138). Allmälig sieht man in derselben einen gestielten kolbenförmigen Körper hervorsprossen (Fig. 139), der, nachdem die Larve sich an irgend einem Gegenstande festgesetzt und ihre Wimpern verloren hat, durch Hervortreiben zarter Arme sich in eine Haarlilie verwandelt (Fig. 140). Die Aehnlichkeit mit einer Haarlilie ist jetzt so vollständig, daß früher die jungen festgewachsenen Haarsterne mehrfach mit Haarlilien verwechselt wurden. Auch hat Professor Ludwig in neuester Zeit nachgewiesen, daß die jungen Haarsterne genau die von dem erwachsenen Haarstern verschiedene, innere Organisation der jurassischen Haarlilien (und

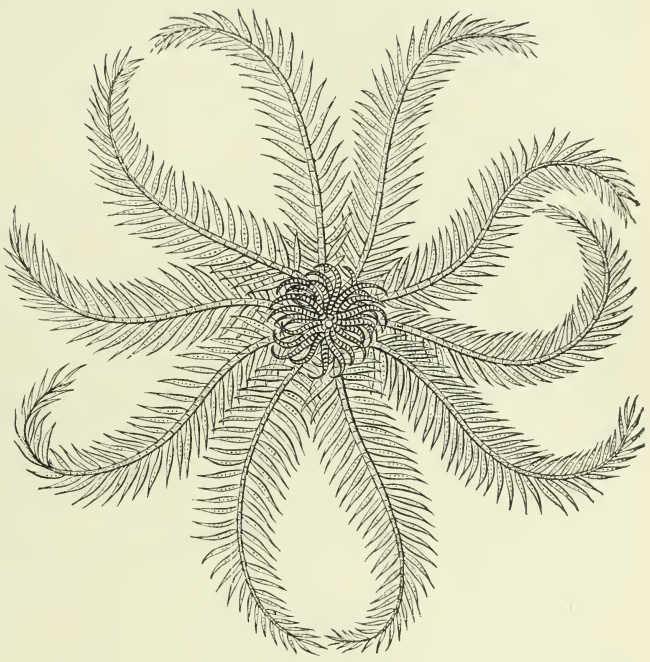


Fig. 141.
Comatula rosacea, im vollendeten Haarstern-Stadium.

ihrer lebenden Nachkommen) besitzen, so daß hier die vollständigste Parallele zwischen der Entwicklung des einzelnen Individuums und der des gesammten Geschlechts vorliegt. Der vermeintliche Pentacrinus (Fig. 140) wächst beträchtlich, erleidet noch mancherlei Umwandlungen und verläßt endlich als freier Haarstern seinen Stiel (Fig. 141), um mithin nach so mannigfachen Wandlungen wieder zu einer Gestalt zurückzukehren, die den muthmaßlichen Ausgangsformen des Geschlechts ähnlich genug ist. Wir bemerken hierbei besonders deutlich die noch in unzähligen andern Beispielen hervortretende Thatsache, daß in der persönlichen Entwicklung nur die jüngsten Wandlungen des Geschlechtes mit größerer Deutlichkeit hervortreten, während die ältern zu einem schwer enträthselbaren „Knäul" zusammengeschoben wurden, so daß höchstens die einfachsten Anfangsstufen, wie die Gasträa und auch diese nicht immer deutlich erkennbar bleiben.

Die fünfte Hauptklasse der Stachelhäuter, die der Seeigel oder Echiniden scheint in ihrem rundlichen, geschlossenen Bau kaum noch eine äußere Aehnlichkeit mit den ausgeprägteren Formen der Seesterne und Seelilien darzubieten, aber sobald man auf jene alten Formen der Seeäpfel ähnlichen Seesterne zurückgeht, trifft man auf eine derartige Menge von Uebereinstimmungen, daß an einem gemeinsamen Ursprung nicht gezweifelt werden kann. Beide zeichnen sich durch eigenthümliche Poren in den Kalkplättchen aus, welche letzteren von sechseckiger Form in der Haut (Perisom) abgelagert werden. Der oben (Fig. 126) abgebildete Mesites bietet, obwohl man ihn zu den Seeäpfeln rechnet, beinahe ebensoviel Berührungspunkte mit den Seesternen, wie mit den ältesten Seeigelformen dar. Zwischen den Seesternen und Seeigeln besteht heute ein trennender Unterschied darin, daß die fünf radialen Wassergefäße, die von dem bei beiden Klassen auf derUnterseite befindlichen Munde ausstrahlen, bei den Seesternen frei in einer oberflächlichen Furche (der Ambulakralrinne S. 201) verlaufen, während sie bei den Seeigeln von der getäfelten Schale bedeckt werden; die häutigen Fortsätze des Wassergefäßes, die Ambulakralfüßchen, müssen deshalb durch Poren der Kalkschale nach außen treten, und dadurch entstehen auf jedem Seeigelgehäuse fünf mit Poren versehene, vom Munde zum Scheitel laufende meridionale Streifen, welche durch ebensoviele porenlose Felder von einander geschieden werden. Neumayr hat nun darauf aufmerksam gemacht, daß bei Mesites anscheinend ein Verhalten der Wassergefäßrinne vorhanden war, welches zwischen den jetzt für die beiden Klassen typischen Verhältnissen in der Mitte steht, die Rinne war gegen außen und gegen innen mit einer Reihe von Plattenpaaren bedeckt. Denkt man sich nun die äußere Plattenreihe weg, so ergiebt sich das Verhältniß der Rinne bei den Seesternen, verschwindet dagegen die innere, so würde der Bau dem der Seeigel entsprechen.

Die Seeigel reichen in der Geschichte des Lebens nicht ganz so weit zurück, wie die Seeäpfel und Seesterne. Sie treten zuerst in der Silur-

formation mit wenigen seltenen Gattungen auf, die man als Altigel (Palechinoiden) bezeichnet. Sie unterscheiden sich von den jüngern Seeigeln (Euechinoiden), welche stets in ihrem Umfange zwanzig von einem Pole zum andern (meridional) verlaufende Täfelchen-Reihen zeigen, unter anderm dadurch, daß diese Zahl noch nicht so fest bestimmt ist. Es kommen unter den Altigeln sowohl solche Arten vor, die weniger als zwanzig, als solche, die viel mehr als zwanzig Reihen aufweisen. Die hier (Fig. 142) abgebildete Art gehört zu den letzteren und trug wohl keine Stacheln. Oft liegen bei diesen ältesten Seeigeln die Platten, statt durch Nähte verbunden zu sein, dachziegelförmig übereinander, was dem Thiere eine leichtere Beweglichkeit sicherte. Nur in einer vereinzelten Linie, derjenigen der Echinothuriden, von der wir nachher sprechen, hat sich diese Beweglichkeit der Platten bis heute vererbt.

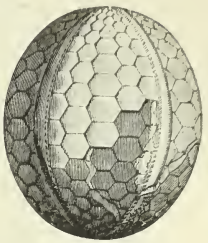


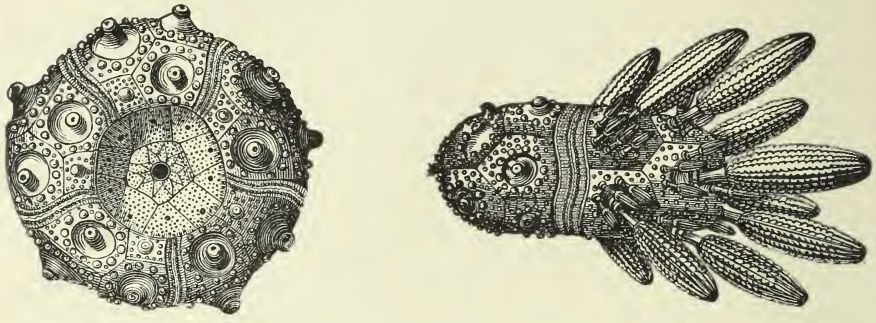
Fig. 142.
Palaeocidaris ellipticus.
Aus dem Kohlenkalk.

Die jüngern Seeigel mit zehn ambulakralen und zehn interambulakralen Täfelchen-Reihen, zu denen alle heute lebenden Arten gehören, erschienen zuerst mit Beginn der Sekundärzeit (Triasformation), nachdem die eben-geschilderten Palechiniden gleichzeitig mit den Knospenstrahlern im Steinkohlenzeitalter und in der permischen Periode vollständig ausgestorben waren. Wie sie die letzteren der Zeit nach ablösen, so kann kaum ein Zweifel sein, daß sie die Leibeserben derselben waren, denn die jungen Euechiniden weisen noch heute mehrere charakteristische Kennzeichen der Palechiniden auf, die bei ihrer Weiterentwicklung verschwinden. Es ist eine durch die ganze Geschichte des Stammes verfolgbare Eigenthümlichkeit der Seeigel, daß die meisten Arten nicht sehr langlebig waren und selten aus einer Erd-Epoche in die nächstfolgende übergingen, ohne sich erheblich verändert zu haben.

Als die älteste und Stammfamilie der jüngern Seeigel haben wir die Keulen- oder Turban-Igel (Cidariden) zu betrachten, welche die Reihe der regelmäßigen Seeigel (Regulares) eröffnen, bei denen die am Scheitel befindliche Auswurfsöffnung der Mundöffnung genau gegenübersteht und die Ambulakralfelder einfach, bandförmig und untereinander gleich sind. Die Cidariden (Fig. 143), welche von der Triaszeit bis in die Neuzeit reichen, zeichnen sich durch schmale, mehr oder weniger wellenförmig gebogene Ambulakralstreifen aus, zwischen denen je zwei Reihen Platten mit großen Stachelwarzen stehen. Die Stacheln sind besonders kräftig und häufig keulenförmig entwickelt (b) und stellten im abgebrochenen Zustande, wie sie sich meist fossil finden, unter dem Namen Judensteine oder „Melonen vom Berge Karmel" früher ein beliebtes Pilgerwahrzeichen dar.

Von ihnen lassen sich leicht und oft durch ganz vollständige Reihen die übrigen Familien der regelmäßigen Seeigel ableiten, unter denen die meisten

bereits in der Jurazeit ihre Vertreter hatten, und, wenn auch in verminderter Anzahl bis zur Gegenwart ausgeharrt haben. Außer vielen andern, allmälig zu verfolgenden Abänderungen ist bei ihnen namentlich eine Vermehrung und



a b

Fig. 143.
Cidaris coronata aus dem weißen Jura (Württemberg). a Von oben, b von der Seite, mit auf der einen Seite des Ambulakralstreifens restaurirten Stacheln.

Verkleinerung der Warzen und Stacheln hervorzuheben. Die Verjüngung der Stacheln zeigt sich nicht immer in der Länge derselben, denn die Diadematiden, zu denen die in Figur 144 abgebildete Goniopygus-Art gehört, und viele andre Familien tragen ziemlich lange Stacheln, aber sie sind meist dünn und ohne stärkere Anschwellung. Während die Jungen der heute lebenden Cidariden, nachdem sie einmal die typische Seeigelform erreicht haben, sehr wenig durchgreifende Veränderungen mehr zeigen, gehen die jüngern Regulären stets durch einen der Grundform (Cidaris) ähnlichen Jugendzustand mit spärlichen, großen Warzen und gewaltigen Stacheln hindurch. Diese lehrreiche Umwandlung ist besonders auffallend bei denjenigen Regulären, die gleich den bald zu erwähnenden Irregulären dicht mit zahlreichen kleinen Stacheln bedeckt sind (Fig. 145). Das spätere Vorwiegen der kurzstachligen Arten erklärt sich wohl schon dadurch, daß ihre Stacheln leichter von den in den Ambulakralreihen hervortretenden Schwellfüßchen, welche die Fortbewegung und das Festhaften der Seeigel vermitteln, überragt werden. Die Stacheln hat man früher wahrscheinlich allzu einseitig für Vertheidigungsmittel, gleich denen der Landigel angesehen. Allein abgesehen davon, daß sie die Seeigel keineswegs vollständig gegen das Gefressenwerden schützen, haben sie offenbar

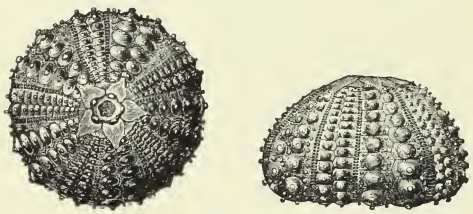


Fig. 144.
Goniopygus major von oben und von der Seite. Kreide.

noch eine andre Thätigkeit, als Greiforgane, die einen Nahrungsbissen festhalten und ihn, wie Eisig beobachtete, nach dem Munde befördern, indem die in demselben Meridian liegenden Stacheln sich so bewegen, daß sie den Bissen immer neuen Nadelgruppen reichen, bis er zum Munde gelangt ist. Unter die Stacheln mischen sich öfter förmliche Greifzangen (Pedizellarien), ähnlich denen der Moosthiere (vgl. S. 186), die auch schon an den Larven einzelner Arten auftreten. Auch an der Fortbewegung sind die im Gelenk beweglichen Stacheln nicht ganz unbetheiligt, namentlich bei den Spatangiden, deren Schwellfüßchen ohne Saugscheiben sind.

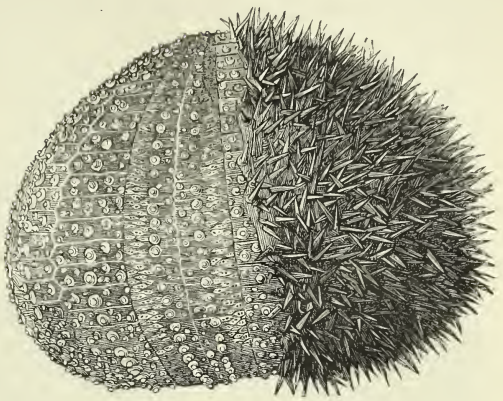


Fig. 145.
Seeigel mit halb von den Stacheln entblößter Schale.

Wenn man ein solches im Aeußern vollkommen regelmäßig gebautes Thier, sei es nun ein regulärer Seeigel oder ein Seestern, durch abwechselndes Ansaugen und Loslassen seiner unzähligen Schwellfüßchen dahin kriechen sieht, so fällt uns ein eigenthümlicher Mangel dieser Organisationen alsbald ins Auge: die für ein kriechendes Thier seltsame Zielloſigkeit. Von einem Vorwärtskriechen kann man bei ihnen kaum reden. An dem einen Ende jedes Armes (bei den Seesternen) oder am Beginn der denselben entsprechenden Ambulakralfurchen bei den Seeigeln, sitzt ein Augenfleck, welchem von seinen fünf oder zehn Augen soll aber das Thier folgen? Wir werden an den Tanz mehrköpfiger menschlicher Mißgeburten erinnert; das ganze Verhältniß erscheint uns als ein höchst unzuträgliches, eine körperliche und geistige Fünftheilung, bei welcher der den Magen umgürtende Nervenring die Uebereinstimmung vermitteln muß. Ein kriechendes Thier, welches zwar ein oben und unten, eine Rücken- und Bauchseite, aber kein vorn und hinten besitzt! Das mag bei festgewachsenen Thieren wie den Seelilien angehen, aber bei kriechenden Strahlthieren werden wir ohne Zweifel die allmälige Ausbildung eines Vorder- und Hinterendes als einen Fortschritt, als die eigentliche Vollendung der durch Einziehung der Arme kräftig begonnenen Verschmelzung betrachten müssen.

Gewissermaßen kann man diesen besonderen Entwicklungsgang durch die Grundlage der Fünfzahl für den Bau dieser Thiere voraus bedingt finden. Ein fünftheiliges Thier ist nicht mehr so vielseitig symmetrisch wie ein vier-, sechs-, acht- oder gar zwölftheiliges Thier, es läßt sich nur so in zwei Hälften

theilen, daß man einen Strahl halbirt, und diese Hälften sind nicht, wie in den andern Fällen weiter in zwei symmetrische Hälften theilbar. Der fünfstrahlige Stern hat, wie er sich auch bewegen möge, eine zweitheilige Vorder- oder Hinterseite (das Bivium), der ein Dreispitz (Trivium), das Zeichen des Neptun, gegenüberliegt. Diese Annäherung an die allen höhern Thieren gemeinsame zweiseitige Symmetrie, dürfte es erklären, warum von allen Wurmsternen der Urzeit nur die fünftheiligen eine Zukunft gehabt haben, denn sie boten neben den nächst berechtigten drei- und siebentheiligen jedenfalls die für diesen Typus meistbegünstigte Zusammensetzung.

Wir haben erwähnt, daß der gemeinsame Verdauungs-Apparat, an dieser Fünfstrahligkeit keinen Antheil nimmt und von seiner Lage geht daher, wie

Fig. 146.
Galerites albogalerus. Aus der weißen Kreide. Von oben, von der Seite und von unten.

selbstverständlich, die Rückverwandlung in ein zweiseitig symmetrisches Thier, mit vorn und hinten, rechts und links, aus. Diese Veränderungen machen sich nach außen bei den Fossilien zunächst nur an der Veränderung der gegenseitigen Lage der vordern und hintern Oeffnung des Ernährungskanales bemerkbar. Während bei den regelmäßigen Seeigeln (Fig. 143—145), die in der Triaszeit noch das alleinige Regiment führten, heute aber in ihrer Artenzahl sehr beschränkt sind, der Mund in der Mitte der Unterseite, sein Gegenpol auf der des Rückens lag, beginnt bei einzelnen Seeigeln der Juraperiode die Austrittsöffnung ihre Mittelpunktsstellung am Scheitelpol des Thieres zu verlassen, während der Mund noch vorläufig seine zum Abgrasen der Tangwälder geeignetste Stellung im Mittelpunkt der Grundfläche bewahrt. Man kann sich denken, daß eine der fünf Zonen nunmehr entschieden die Führung übernommen habe, denn wir sehen die obere Körperöffnung in der zwischen den beiden hintern Strahlen liegenden Zwischenzone rückwärts wandern, und zwar schrittweise von dem mittleren Theile des Rückens bis zum hintern Theile und endlich sogar auf die Unterseite; bis in die Nachbarschaft des noch immer seine centrale Stellung behauptenden Mundes. Es sind die in der Kreidezeit aussterbenden Galeriten (Fig. 146), bei denen sich dieser Vorgang allmälig vollendet.

Bald wird diese Umwandlung auch im äußern Umriß und in der Vertheilung der Wasserfußstrahlen bemerkbar. Die drei Strahlen des Vorder-

theils (Trivium) rücken näher zusammen, ja entfernen ihre Vereinigungsstelle zuweilen ganz von derjenigen der beiden andern (Bivium); immer deutlicher tritt der vorderste Strahl als Mittellinie des Thieres hervor, während die andern vier zuweilen ein regelmäßiges Kreuz miteinander bilden. Der Umriß des Thieres nähert sich mehr und mehr der Eiform. Endlich beginnt auch der Mund aus der Mitte herauszutreten und sich auf der Mittellinie der Unterseite gegen das breitere Vordertheil des Thieres zu schieben. So entstanden die vollkommen zweiseitig symmetrischen Seeigel, bei denen man wieder verschiedene Unterabtheilungen unterscheidet,

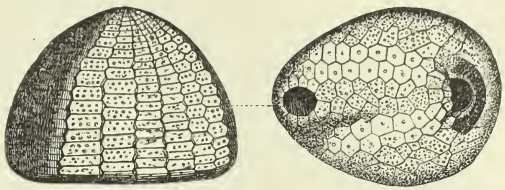


Fig. 147.
Ananchytes ovata. Aus der weißen Kreide.
Von der Seite und von unten.

solche bei denen die Ambulakralstrahlen bandförmig über den Körper ziehen und der letztere meist eiförmig bleibt (Holasteriden Fig. 147) und solche, bei denen die Ambulakralstrahlen eine blumenähnliche Figur bilden und der Körper meist eine herzförmige Gestalt angenommen hat, die vom Volke „Schlangenherzen" genannten Herzigel (Spatangiden Fig. 148). Die Letztgenannten,

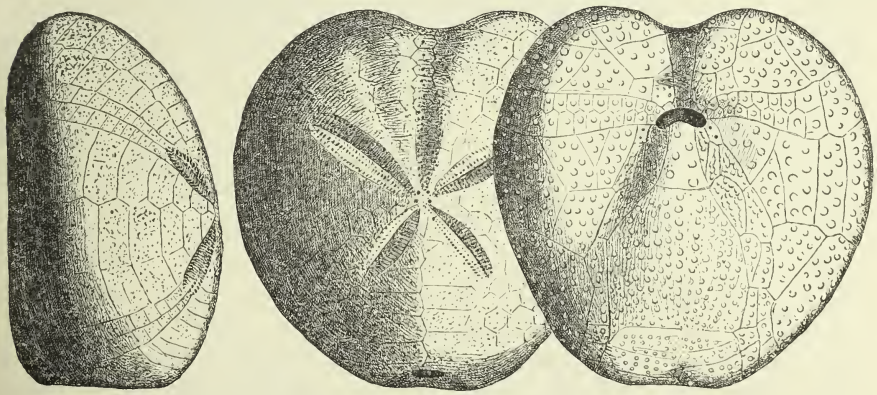


Fig. 148.
Micraster cortestudinarium. Weiße Kreide bei Paris. Von der Seite, von oben und unten.

welche erst in den obersten Schichten der Kreide beginnen, stellen die jüngste Familie der Seeigel dar, und haben bis zur Neuzeit an Artenzahl zugenommen, während Vertreter der älteren regulären und irregulären Familien zwar noch fortleben (namentlich in der Tiefsee) aber keineswegs in der Mannigfaltigkeit und dem Reichthum der frühern Erdperioden.

Die Herzigel sind die am meisten von der regulären Urform abweichenden und in dem Maße, gleich den höhern Thieren in einer zweiseitigen Sym-

metrie entwickelten Echinodermen, daß bei einzelnen Arten der fünfte (unpaare) Strahl, welcher in die Herzbucht einläuft, mit den ihm zugehörigen Organen mehr oder weniger, und zuweilen bis zum völligen Verschwinden unterdrückt ist. Der Mund ist häufig zweilippig bei ihnen ausgebildet. Natürlich zeigen sie in ihrer embryonalen Entwicklung von allen Seeigeln die einschneidensten Wandlungen. Zuerst gleichen sie, wie Alexander Agassiz beobachtet hat, ebenso wie alle andern Seeigel-Jungen, den regelmäßigen Urahnen mit wenigen, aber großen Stacheln, einfachem Mundapparat, regelmäßiger Streifung und centraler Lage von Mund und After. Dann vermehren und verkleinern sich die Höcker und Stacheln, der Mundapparat ändert sich, Mund und After beginnen ihre Wanderungen und endlich erscheint die blumenblattartige Umbildung der Ambulakralfelder, die Herzform und Zweilippigkeit des Mundes. Ganz zuletzt geht der Herzigel noch durch die eiförmige Form der Holasteriden (Fig. 147) hindurch, die mit ihren gesammten Eigenthümlichkeiten den Jungen der Herzigel gleichen. So ergiebt auch hier die Entwicklungsgeschichte des Individuums die schönste Wiederholung der durch die Versteinerungsfolge nachgewiesenen Entwickelung des Stammes.

Neben dem eben beschriebenen Wege der Umwandlung des im Aeußern strahlig gebauten Thieres ohne Vorder- und Hinterseite in ein zweiseitig symmetrisch gebautes Thier mit Vorder- und Hintertheil, rechter und linker Seite, scheint noch ein anderer Weg von den regelmäßigen Seeigeln zur gestreckten Form zu führen, dadurch nämlich, daß sich die bei den regelmäßigen Seeigeln polarisch gegenüberstehenden Eingangs- und Auswurfsöffnungen des Körpers in der Polachse selbst von einander entfernten. Bei einer Familie der regelmäßigen Seeigel, die man schon seit der Kreidezeit für ausgestorben hielt, den Echinothuriden blieb der Körper, wie bei den ältesten Seeigeln mit beweglichen übergreifenden Platten bedeckt, und damit verblieb der Haut eine viel größere Freiheit der Bewegung, so daß das Thier sich strecken und zusammenziehen und seine Form viel mehr ändern konnte, wie die Angehörigen der andern Seeigelfamilien. Indessen fand man schon bei der Porcupine-Expedition, daß Vertreter dieser Familie noch heute am Meeresgrunde leben, denn man zog einen schönen scharlachrothen Lederseeigel (Calveria hystrix Fig. 149) empor, über dessen Haut beständig eigenthümliche Wellenbewegungen liefen, und bald folgten andere verwandte Gattungen und Arten von Lederseeigeln, von denen Woodward zeigte, daß sie der Kreidezeit-Gattung (Echinothuria floris) nahe verwandt seien. Wie der dieser Art beigelegte Name beweist, sieht man in ihr eine Art Mittelform zwischen Seeigeln und Holothurien und in der That können sie uns einen Wink darüber geben, wie man sich die Entstehung der Holothurien von seeigelartigen Ahnen vorstellen kann.

Die Holothurien bilden walzen- oder wurmartig verlängerte Gestalten, denen man zuweilen äußerlich kaum mehr etwas von der Fünftheiligkeit an-

merkt, welche sie wie alle Verwandten auszeichnet. Die ebenerwähnten Uebergangsformen zeigen aber, daß man sie sich durch Langstreckung und Erweichung des Kalkpanzers aus älteren Seeigeln hervorgegangen vorstellen kann, wobei

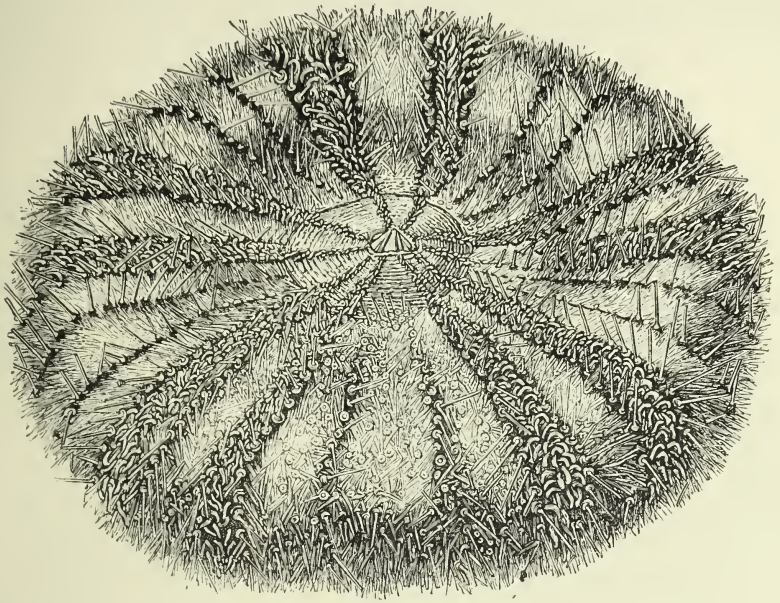


Fig. 149.
Leder-Seeigel, Calveria hystrix $^2/_3$.

dann die Ein- und Ausgangspforten des Körpers einfach ihren Platz behaupten konnten. Bei einzelnen derselben treten noch, wie bei jenen, in fünf Längsreihen die der Fortbewegung dienenden Wasserfüßchen hervor, (Fig. 150)

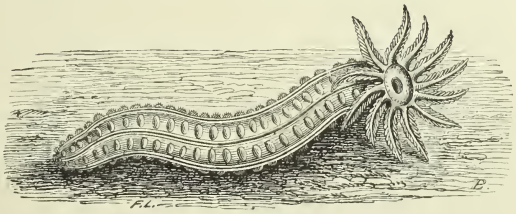


Fig. 150.
Pentacta elegans.

bei andern nur in dreien dieser fünf Längsstreifen, die dann einander genähert zur regelmäßigen Kriechfläche der Holothurie geworden sind. Von dem ehemaligen Panzer sind nur noch unzusammenhängende, oft sehr zierlich gebildete Kalkkörperchen, in Form von Gittern, Rädchen und wie Kletten wirkenden Ankern (Fig. 151) der Oberhaut übrig. Man hat Spuren solcher Körperchen

bis in die tertiären und sekundären Schichten verfolgen können, aber nicht weiter zurück, was ebenfalls die Ansicht unterstützt, daß die Holothurien aus Seeigeln durch Zurückbildung und Trennung der Kalkplatten entstanden sind. Ihre Blutsverwandtschaft mit den übrigen Sternthieren bethätigt sich unter andern noch durch die Erregbarkeit ihres Nervensystems, welche veranlaßt, daß die Holothurie bei harter Berührung in Stücke zerbricht, wie der obenerwähnte Seestern, oder die Eingeweide ausspeit. Sehr eigenthümliche Beobachtungen hinsichtlich ihrer Brutpflege hat man bei einigen durch die Tiefseeforschungen der Neuzeit an die Oberwelt gebrachten Holothurien gemacht. In der Nähe der Falklandsinseln fand man nämlich in fünf bis zehn Faden Tiefe nicht selten eine sehr schöne durchsichtige, safrangelbe Art (Cladodactyla crocea Fig. 152), deren Weibchen eine ziemliche Anzahl von Jungen auf ihrem Rücken trugen. Von den fünf Reihen der durch das allen Sternthieren gemeinsame Wassersystem gefüllten Schwellfüßchen stehen nämlich die drei, mittelst denen das Thier auf dem Seetang umherkriecht, nahe bei einander, ebenso sind die beiden Schwellfüßchen-Reihen des Rückens einander genähert, und bilden bei den Weibchen die Einzäunung der Kinderstube, in welcher die den Eltern täuschend ähnlichen Jungen umhergetragen und mit Nahrung versehen werden, bis sie für sich selber sorgen können. Sie halten sich mit den Bauchfüßchen fest, während die Rückenfüßchen bei ihnen kaum andeutungsweise entwickelt sind. Noch merkwürdiger ist die Einrichtung, die man bei einer andern, neuerlich entdeckten Holothurie der Tiefsee (Psolus ephippifer) antraf, indem jener Rückenstreifen mit dachförmig zusammenstoßenden Kalkplatten bedeckt ist, so daß ein bedeckter Gang entsteht, in welchen die Eier der jungen Thiere

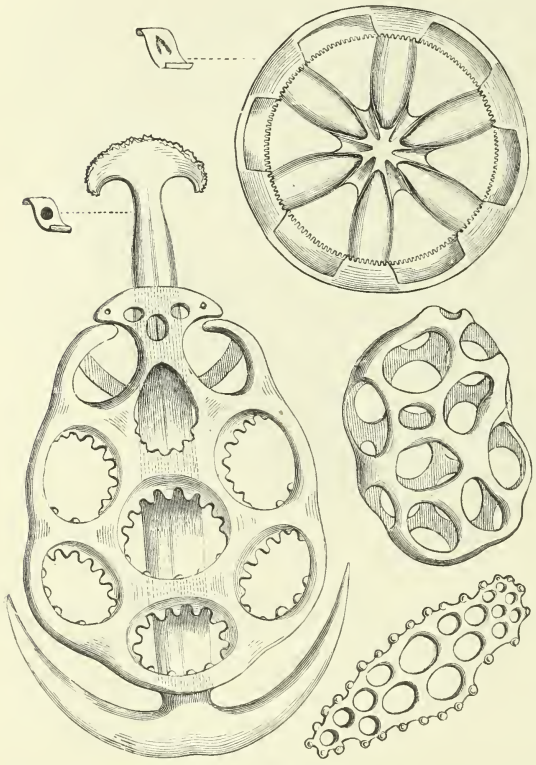


Fig. 151.
Kalkanker aus der Haut von Synapta Rappardi, Rädchen von Chirodota und Platten von Holothuria. Vergrößert.

direkt aus der Geschlechtsöffnung hineingelangen und ausgebrütet werden, so daß ein ähnliches Verhältniß wie bei den Beutelthieren entsteht. Aehnliche Vorrichtungen für die Brutpflege, wie bei dieser den Seeigeln besonders nahestehenden Holothurie, hat man bei gewissen Seeigeln gefunden, so z. B. ein durch zusammengeneigte Stacheln am Munde gebildetes Zelt bei Cidaris nutrix, und ähnliche Fürsorge kommt auch bei einigen Seesternen vor.

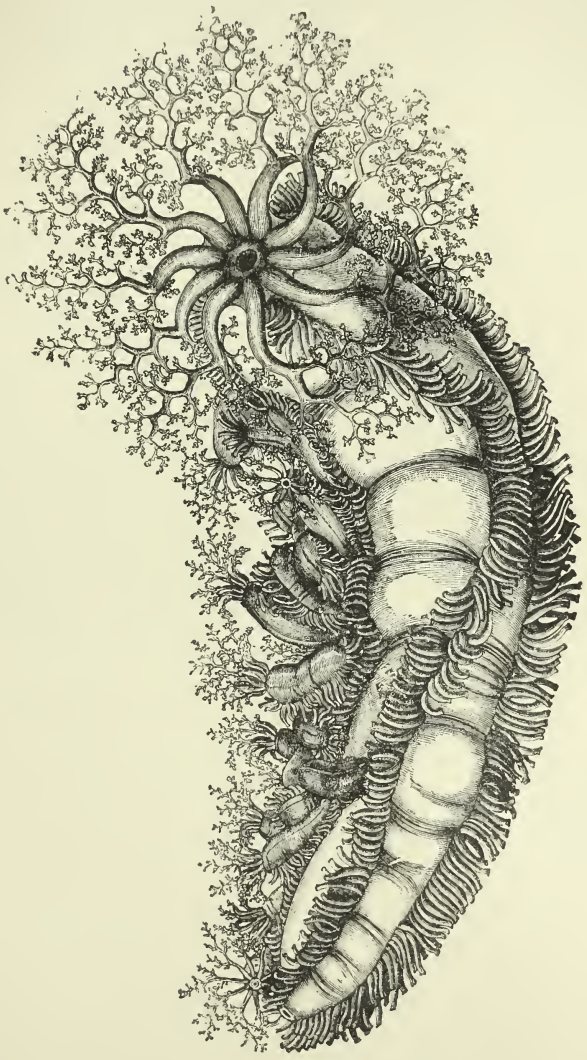


Fig. 152.
Cladodactyla crocea Lesson.

Die Jungen der Holothurien machen in der Regel nicht eine so komplicirte Metamorphose durch, wie andere Stachelthiere, und man hat daraus schließen wollen, daß sie die Stammeltern des ganzen Geschlechtes wären, zumal man bei ihnen gewisse Analogieen mit einer sehr eigenartigen Klasse von Würmern, den Sternwürmern oder Sipunkuliden zu bemerken glaubt. Wäre diese Anschauung richtig, so müßte man dann von den Holothurien die Seeigel, und von diesen die übrigen Sternthiere in umgekehrter Richtung herleiten, und die Kalkkörperchen der Holothurien wären nicht die Ueberbleibsel, sondern die Anfänge der Panzerbildung. Allein der einzige weithin

verfolgbare Entwicklungsvorgang im Stachelthierreich ist die Fortbildung der strahlig gebaueten Seeigel, in zweiseitig symmetrische Thiere, wie die Holothurien auch sind. Die Seeigel sind älter als die Holothurien, und die Haarlilien, Seeäpfel und Knospenlilien nebst Seesternen älter als die Seeigel; sollte also wirklich eine Blutsverwandtschaft zwischen Holothurien und Sternwürmern bestehen, so ist es wahrscheinlicher, daß die Sipunkuliden von Holothurien abstammen, als umgekehrt. Im Uebrigen machen verschiedene Holothurien eine ebenso weitläufige und in ihren Einzelphasen analoge embryonale Entwicklung durch, wie die andern Stachelthiere, so daß die direkte Entwicklung mancher Arten eben jenen in den verschiedensten Thierklassen beobachteten Fällen einer Abkürzung des Entwicklungsweges beizuzählen ist, bei der gewisse Entwicklungs-Umwege vermieden werden. Man kann als Beweis einer gemeinsamen Abstammung aller Echinodermen den Umstand anführen, daß sie sämmtlich mit einer Phase beginnen, in der man den jungen Seesternen nicht von einer angehenden Seelilie, noch von einem Seeigel oder einer Holothurie unterscheiden kann, während sie doch in kürzester Frist so höchst verschiedenartige Gestalten gewinnen. Nun bleibt es sehr merkwürdig, daß in der Entwicklung fast aller Echinodermen ein Stadium auftritt, welches mit den zu den ältesten Geschlechtern gehörigen Seeäpfeln eine gewisse allgemeine Aehnlichkeit besitzt. (Vergl. Fig. 117 und 139). Wir sehen auch hieraus, daß die Seeäpfel dem vielleicht für immer unbekannt bleibenden Stammvater der Familie besonders nahegestanden haben müssen. Aber da seine nähern Verwandten vollständig ausgestorben zu sein scheinen, so können wir über die besondere Form desselben keine genauere Darstellung machen.

Wie man aber auch diese Verhältnisse auffassen möge, ob man die eine oder andere Familie an den Anfang der Reihe stelle, immer wird man finden, daß die Natur hier im Kreise herumgegangen ist, ohne es zu besonders fortgeschrittenen Bildungen zu bringen. Von einem symmetrischen Wurm ausgehend, kehrt sie wieder zur Bildung eines solchen zurück; der in den Seelilien festgewachsene Seestern wird endlich von neuem frei, lauter Beweise, daß es sich hier um eine Formenumbildung handelt, die man nicht zu den erfolgreichsten Entwicklungswegen rechnen kann. Die fünf Theilstücke hielten einander zu sehr das Gleichgewicht; es fehlte mit dem Mangel von vorn und hinten das Vorwärtsstreben, die Entwicklung eines leitenden Theiles, weshalb sie trotz ihrer Formenmannigfaltigkeit es nicht über eine niedere Organisationsstufe hinaus bringen konnten. Aber grade dadurch können die Sternthiere dereinst, wenn man erst alle Uebergangsformen, welche die Erdschichten bewahrt haben, kennen wird, zu einem der wichtigsten Zeugnisse für die Planlosigkeit der Formwandlungen werden.

IX.

Die ersten Hausbesitzer.

(Weichthiere.)

Schalthiere, von denen die spielende Natur eine große Mannigfaltigkeit hervorgebracht hat. Welche Verschiedenheit an Farben und Gestalten!

Plinius IX. 33.

Die ungemein formenreiche Klasse der Weichthiere oder Mollusken, welche die Schnecken, Muscheln und Kraken umfaßt, hat ihren Namen von den letzteren, den Spitzen ihrer Gesellschaft empfangen, und zwar weil dem Aristoteles die relative Skeletlosigkeit der Dintenfische, gegenüber dem Grätenreichthum der eigentlichen Fische, mit Recht als ein Grundunterschied erschien. Trotz der zahlreichen, bis in die ältesten fossilienführenden Schichten zurückreichenden Spuren ihres Daseins ist es nicht leicht, ihre Geschichte mit Sicherheit zu enträthseln und den Anknüpfungspunkt ihrer Gemeinschaft an die niedersten Lebewesen mit Bestimmtheit nachzuweisen, denn jene Schalenreste lehren uns über die Organisation der ältesten Weichthiere wenig. Wie natürlich, nahm man die in ihrem Körperbau am tiefsten stehenden Weichthiere, die Muscheln, für die Patriarchen der Gruppe, und da dieselben eine äußerliche Aehnlichkeit mit den ebenfalls zweischaligen Brachiopoden (S. 186) darbieten, so glaubte man durch sie eine unmittelbare Verknüpfung mit dem Wurmstamme gefunden zu haben. Eine gewisse Aehnlichkeit der Larvenformen schien diese Ansicht noch ferner zu unterstützen. Allein neuere Untersuchungen haben dargethan, daß diese Aehnlichkeiten nur äußerliche, durch eine übereinstimmende, eingeschlossene Lebensweise erzeugte Analogieen sind, aber keine durch Blutsverwandtschaft bedingte Homologieen, daß man also hier einer trügerischen Aehnlichkeit gefolgt war, und daß auch die Uebereinstimmung der beiderseitigen Jugendformen wahrscheinlich nur den gemeinschaftlichen Ursprung von Wurmthieren illustrirt.

Die Beobachtung der Entwicklungsgeschichte ist auch hier der Ariadnefaden in diesem Formenlabyrinth geworden, und hat es höchst wahrscheinlich gemacht, daß nicht die Muscheln, sondern gewisse sehr tief in der Reihenfolge stehende Schnecken, die den ältesten Weichthieren in der heutigen Lebewelt ähnlichsten Vertreter sein dürften, wie sie andrerseits die meiste Uebereinstimmung mit der Organisation der gemeinsamen Mutterform der Würmer zeigen. Auf den abwechselnd von der Fluth benetzten und freigelegten Steinen und Felsen der meisten Meeresufer findet man sehr häufig kleine Schalthiere, die vom Rücken her fast das Ansehen einer Kellerassel darbieten und sich auch wie diese zusammenkugeln können, da ihre Schale nicht, wie sonst, aus einem oder zwei Stücken besteht, sondern aus acht getrennten Querplatten (Fig. 153), die der Reihe nach von vorn nach hinten dachziegelförmig übereinander greifen. Unter der Schale sehen wir rings die Rückenfläche, den Mantel hervortreten, welcher diese Schale abgesondert hat, und wenn wir das Thier von der Steinfläche (was nicht ohne Mühe geschieht) losreißen, so sehen wir unten den flach ausgebreiteten „Fuß" d. h. die muskulöse Bauchfläche des Thieres, durch dessen wellige Bewegungen die Schnecken sich fortbewegen, und deshalb Bauchfüßler (Gastropoden) genannt werden. Der letztere Namen ist insofern gerechtfertigt, als manche dieser recht eigentlich auf ihrem Bauche gehenden Thiere, abwechselnd die linke und rechte Hälfte ihrer Sohle vorschieben und somit förmlich einherschreiten. Untersuchen wir unsere Käferschnecken weiter, so finden wir, daß sie nicht einmal den bekannten Schneckenkopf mit Fühlern und Augen besitzen, sich in dieser Beziehung also den kopflosen Weichthieren (Muscheln) nähern, dagegen wiederum in dem am vordern Körperende befindlichen, und nach unten gerichteten Mund die für die Schnecken so sehr charakteristische, mit zierlichen Reibezähnchen besetzte Zunge (Radula) aufweisen, so daß sie in jeder Beziehung einer synthetischen Grundform der Familie entsprechen, und unmöglich von ihr getrennt werden können. Die Auswurfsöffnung liegt, was bei Weichthieren sehr selten der Fall ist, am andern Ende des Körpers, kurz wir könnten glauben, einen niedern Ringelwurm vor uns zu sehen, dessen Segmente sich mit harten Rückenschildern bedeckt hätten. Auf beiden Seiten des Hinterendes liegen in

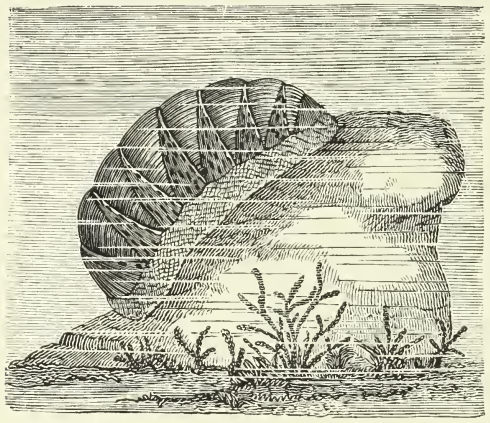


Fig. 153.
Käferschnecke (Chiton).

der Mantelfalte zwischen Fuß und Mantel eine Reihe von Kiemenblättern, was an das Verhalten bei den Muscheln erinnert.

Da mit dem Kopfe der natürliche Sammelplatz der Sinnesorgane fehlt, so sind dieselben über die gesammte Körperoberfläche zerstreut, ein Zustand der das ursprüngliche Verhältnis bei niedern Thieren darstellt. Selbst der ganze Rücken dieser Thiere ist mit empfindenden Organen übersäet, die durch ein Netzwerk von Poren in den bedeckenden Schalen nach außen treten. Es sind dies namentlich Organe eines allgemeinen Tast- und Wärmesinns, die bei der gewöhnlichen Käferschnecke (Chiton) allein vorkommen, aber bei andern Gattungen von Käferschnecken hat man in neuester Zeit zwischen diesen Organen auch zahllose, die Schale durchbrechende Augen aufgefunden. Es scheint, daß diese Augen und Gefühlsorgane wie bei den Muscheln zuerst am Mantelsaum, von welchem auch das Wachsthum der Schale ausgeht, auftauchen; bei den Muscheln bleiben die Augen auf diesen Saum beschränkt, weil sie durch die dicke Schale nichts zu sehen vermöchten. Bei den Käferschnecken entstehen ebenfalls am Mantelsaume immer neue Sinnesorgane, aber auch die älteren, statt von der weiterwachsenden Schale bedeckt und in's Dunkle gedrängt zu werden, bleiben in Thätigkeit, indem die Schale gleichsam nur wie ein schützendes Netzwerk um sie herumwächst und tausende von Oeffnungen läßt, durch die sie mit der Außenwelt in Verkehr bleiben. Doch werden die älteren, mehr auf der Mitte der Schalenstückchen hervortretenden Organe nach und nach abgenutzt und von außenher beschädigt, so daß namentlich die jüngern, dem Rande und Mantelsaume näheren Organe in Thätigkeit bleiben. Wir kommen auf dieses höchst primitive Verhältniß, welches auch Licht auf die Entstehung der facettirten Augen bei den Gliederthieren wirft, bei den Augen der Muscheln zurück.

Die von dem schwedischen Naturforscher Lovén verfolgte Entwicklungsgeschichte von Chiton marginatus erinnert ihrerseits in auffälliger Weise an diejenige der Borstenwürmer. Der Embryo der Käferschnecke erscheint zuerst als ein kuglicher Körper (Fig. 154 a), dessen vordere kleinere Hälfte durch einen Wimperkranz, unter welchem zwei provisorische Augen erscheinen, von der hintern abgegrenzt ist, während auf dem Scheitel ein Schopf kleiner Wimpern vorhanden ist, der in gleicher Weise bei den Larven der verschiedensten Mollusken (Muscheln, Heteropoden, Pteropoden, Dentalium u. s. w.), sowie der meisten

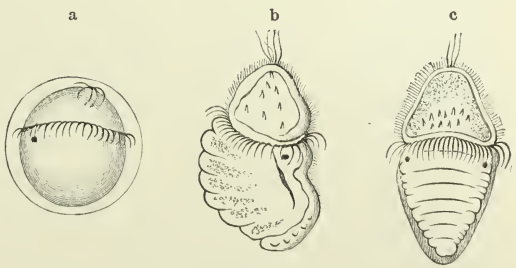


Fig. 154.
Vergrößerte Larven der Käferschnecke.

Würmer einen starken Anhalt für die Annahme gemeinsamen Ursprungs abgiebt. Auf den weitern Stufen (b und c) erscheinen acht stark an Wurm-Metameren erinnernde Wülste, auf denen sich später die Rückenschilder absondern, während der Kopftheil sich ganz mit Wimpern bedeckt, die schließlich mitsammt den Augen verschwinden. Wenn wir uns diese Erscheinungen deuten sollen, so müssen wir annehmen, daß ziemlich fortgeschrittene Würmer, bei denen schon Metameren, Leibeshöhlung und Sinnesorgane ausgebildet waren, dadurch, daß sie sich mit einer Schale bedeckten, und von der Außenwelt abschlossen, nach manchen Richtungen von ihrer Organisationshöhe herabsanken, und jedenfalls im Allgemeinen eine ganz eigenartige Entwicklung durchmachten. Wie dies ganz natürlich solchen Verhältnissen entspricht, blieb oder ging die äußere Gliederung, die der Bewegungs- und Sinnesorgane zurück, während sich die vegetativen Organe ungestört in ihrer besondern Weise weiter entwickelten. Da die Käferschnecken schon in den silurischen Erdschichten vorkommen und in vieler Beziehung eine zwischen Schnecken und Muscheln mitten inne stehende Gruppe darstellen, so steht nichts im Wege, sie als der Stammform des gesammten Weichthiergeschlechts besonders nahe stehende Formen, als deren Repräsentanten in der Jetztwelt zu betrachten. Wenn man auch zugeben muß, daß sie bereits einem Seitenzweige angehören, mithin keineswegs als Vorfahren der ganzen Gruppe anzusehen sind. Nach Fol entspricht der Embryo der Schnecken anfangs nur dem Kopftheil eines nicht segmentirten Wurmes, wie wir ihn andrerseits bei Krebslarven der Entwicklung des segmentirten Körpers vorhergehen sehen werden. Man muß ihnen die Muscheln als in mancher Beziehung noch weiter zurückgebildete Thiere, die Schnecken und höheren Weichthiere als viel höher entwickelte Formen gegenüberstellen. Wenden wir uns nunmehr zuerst zu den Muscheln oder Blattkiemern.

Man kann sich die Muscheln vorstellen als Wurmthiere, die sich so tief in eine das ganze Thier bedeckende Schale zurückgezogen haben, daß sich das in der Käferschnecke noch einigermaßen ausgestreckte Thier zusammenkrümmen mußte, bis Ein- und Ausgangsöffnung neben einander zu liegen kamen. Bei diesem gänzlichen Versinken in eine Schale verschwand der schon bei den Käferschnecken sehr zurückgebildete Kopf völlig. Das einzige nach außen wirksame Organ bleibt der hier noch stärker ausgebildete Fuß (s. Fig. 155 f.), der in der Regel auch ein besonderes kleines Gehirn und Gehörwerkzeuge erhielt. Zu beiden Seiten hüllen ihn und die Eingeweide die doppelten blattartigen Kiemen ein, und diese werden von den Mantelhälften umschlossen, welche die nach der Bauchseite weiterwachsenden beiden Schalen absondern und die beiden Seiten des Thieres beschilden. Ein inneres Skelet, weil zur Stützung der Weichtheile überflüssig, fehlt, und nur bei den höchsten Weichthieren, den Kraken, haben sich nach Abwerfung der äußern Schale Analoga

des Wirbelthierskelets, d. h. Muskeln stützende und höhere Organe schützende Knorpel hervorgebildet.

Die niedrigst stehenden Muscheln, zu denen zum Beispiel unsere hochgeschätzte Auster gehört, leben vielfach gleich den Spiralkiemern festgewachsen in der Meerestiefe. Die andern bewegen sich (mit Ausnahme der Kammmuscheln, die, ihre Schalen als Flügel gebrauchend, schmetterlingsgleich dahinflattern) träge, und erst in den höhern Abtheilungen des Molluskenreichs unter den Schnecken und Kopffüßlern begegnen wir wieder lebhafteren Aeußerungen der Daseinslust, während die Larven aller Muscheln munter umherschwimmen. (Fig. 156.) Auf einer der dargestellten vorausgehenden Entwicklungsstufe ist der obere, wimpernde Theil in zwei segelartige Lappen gespalten, und das junge Thier dreht sich in diesem Stadium der Segellarve mehrere Stunden kreiselartig langsam um sich selbst. Man hat diese Segellarve deshalb wohl auch als das Nachbild des Stammvaters der Weichthiere ansehen wollen, allein sie ist wahrscheinlicher nur das Seitenstück gewisser Wurmlarven.

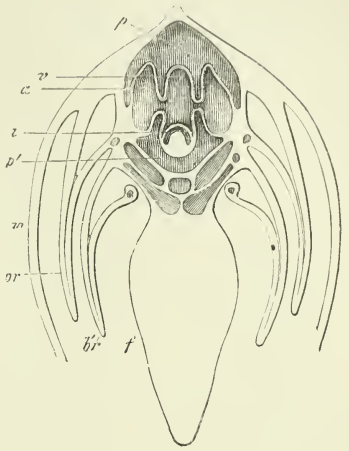


Fig. 155.
Senkrechter Querschnitt einer Teichmuschel ohne Schale. m Mantel. br äußeres, br' inneres Kiemenblatt. f Fuß. v Herzkammer. a Vorhof. p p' Herzbeutelhöhle. i Darmkanal.
Nach Gegenbaur.

Es muß tief langweilig gewesen sein, in jener Vorwelt der Schwämme, Korallen, Spiralkiemer und Muscheln, in welcher das frei sich regende Leben größtentheils ein mikroskopisches war, und es ist erstaunlich, daß es die Muscheln bei ihrem beschaulichen Innenleben, bei einer so spießbürgerlichen Zurückgezogenheit zu jenem Formenreichthum bringen konnten, an dem die Curiositätenliebhaber noch immer ihre lebhafte Freude haben. Freilich muß man die Sicherheit ihres Daseins in Betracht ziehen, die ihre Zahl und damit ihre Variation zu allen Zeiten sehr begünstigte, dann aber auch, daß die äußere Architektur der Schale der hauptsächlichste Spiegel der Einwirkungen ungeheurer Zeiträume blieb. Eine höhere Ausbildung der Weichthiere selbst wurde nur dadurch möglich, daß sich einige Abenteuer liebende Familienglieder,

Fig. 156.
Junge, durch Wimperbewegung schwimmende Austern.

wie die Medusen unter den Pflanzenthieren, früh entschlossen, ihr Gefängniß zu verlassen, oder dasselbe auf den Buckel zu nehmen, und ein frisches, fröhliches Wanderleben begannen.

Die Muscheln stehen in seelischer Beziehung auf einer ziemlich tiefen Entwicklungsstufe. Während sich die Ernährungs-Organe auf verhältnißmäßig hoher Stufe halten, ein doppelkammeriges Herz bereits das Blut in die Kiemenblätter treibt, müssen die Aermsten eines Kopfes völlig entbehren. Bei ihrer zurückgezogenen Lebensweise können sie denselben allerdings missen, und reichen mit zwei Nervenknötchen am Schlundnerven-Ringe und einem dritten innerhalb der Eingeweide vollkommen aus. Diese Vertheilung der Nerven-Centra, welche sich sehr wesentlich von der bei den höhern Würmern und Insekten vorkommenden Anordnung in „Reih und Glied" unterscheidet, kehrt bei den meisten Weichthieren in ähnlicher Weise wieder. Nahe bei dem obern Schlundknoten, der wohl einstweilen die Geschäfte des Hauptgehirns führt, oder auch im Fuße, liegen in der Regel die Kalksteinchen enthaltenden Bläschen, welche man als Gehörorgane der einfachsten Art anspricht (Fig. 157), während zahlreiche, nicht weniger einfach gebildete Augen rings am Mantelsaume vertheilt sind, allwo sie allerdings allein entstehen und auslugen konnten. Wir finden, beiläufig bemerkt, in der heutigen Lebewelt Muscheln, welche den hundertäugigen Argus tief beschämt hätten, da sie an jeder ihrer beiden Mantelhälften nahezu so viel Augen sitzen haben, wie er im Ganzen. Das ist übrigens noch sehr wenig im Vergleich zu der Augenzahl, die man bei einzelnen Käferschnecken gezählt hat, wo sie die Schalen durchbrechen und die ganze Rückenfläche bedecken (vergl. S. 227). Bei Corephicum aculeatum trägt die vorderste Körperplatte nach Moseley allein dreitausend Augen, alle acht Schilder zusammen ca. 11,500 Augen, von denen jedes in einer kleinen birnförmigen Höhlung der Schale liegt, und hinter der Regenbogenhaut und schwarzumringten Hornhaut eine eiförmige Kryställlinse, Netzhaut und Sehnerv besitzt. Diese Augen, welche gewöhnlich von einem Kranze von Fühlfäden umgeben sind, haben einen so geringen Durchmesser, daß man sie bis in die jüngste Zeit ganz übersehen hat, bis sie Moseley bei Schizochiton incisus, wo sie etwas größer und dafür in geringerer Zahl (360 Stück) vorhanden sind, entdeckte. Da einzelne Chitoniden der Augen ganz ermangeln, dagegen die sie umgebenden Fühlfäden besitzen, so nimmt man an, daß die Augen wie bei den Schnecken Umbildungen der Tastorgane sind. Die Sinnesorgane, welche wir gewöhnlich gar nicht anders als am Kopfe vereinigt denken können, sind bei Käferschnecken und Muscheln also, da ein solcher Sammelplatz ihnen mangelt, über den ganzen Körper zerstreut, und wir sehen durch die auf dem Rücken und Mantelsaum wie ein

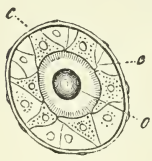


Fig. 157.
Gehörorgan einer Kugelmuschel (Cyclas). c Gehörkapsel. e Epithelzellen. o Gehörstein (Otholith). Nach Leydig.

Perlbesatz gestickten Augen, besonders schön den Satz bestätigt, daß die Sinnesorgane überall auf der Oberhaut und aus Oberhauttheilen entstehen mußten.

Man unterscheidet bei den Muscheln einfacher organisirte, schiefschalige Formen (Pleuroconchae), die sich durch den Besitz nur eines Schließmuskels und den Mangel nach außen führender Athmungs- und Ausscheidungsröhren kennzeichnen, und solche, welche diese Röhren (Siphonen) und dazu zwei Schließmuskeln besitzen (Orthoconchae). Fig. 158.) Es entspricht dabei vollkommen dem Gesetz von der allmäligen Fortbildung aller Naturwesen, daß die ersteren, niedriger stehenden Muschelthiere in der Vorwelt viel mehr Vertreter zählten, als heutzutage, wo ihre Arten nur noch etwa zehn Prozent der Gesammtzahl ausmachen. Während die drei großen Gruppen der Schiefschaligen, Gradschaligen und Muscheln mit ausgeschnittenem Mantel, schon seit den ältesten Zeiten vorhanden waren, kamen erst im obern Lias die Röhrenmuscheln hinzu und erreichten erst in der Tertiärzeit eine größere Verbreitung. Ihre Entwicklungsgeschichte zeigt, daß sie trotz ihrer so sehr abweichenden Gestalt von gewöhnlichen gleichschaligen Muscheln abstammen. Die Jungen der hierhergehörigen Pfahlwürmer (Teredo) gleichen in ihrem ersten Larvenstadium den Orthoconchen, dann später den Muscheln mit eingebuchteter Schale, wie die Venusmuschel, und erhalten erst im höheren Alter den geschlossenen Röhrenmantel, aus welchem sie wie aus einem zu kurzen Futteral hervorragen. Die Orthoconchen ihrerseits besitzen in ihrer Jugend nur einen Schließmuskel, so daß die Pleuroconchen als ihre Ahnen erscheinen.

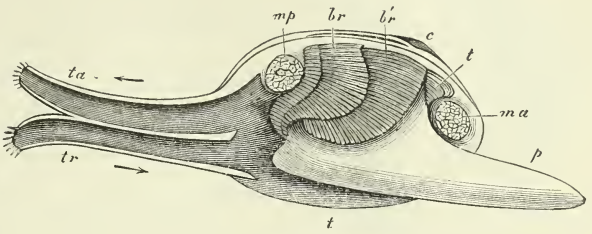


Fig. 158.
Seitenansicht einer Trogmuschel nach Entfernung des rechten Mantelblatts. br br' Kiemenblätter. t Tentakeln. ta tr' Siphonen. ma mp Schließmuskeln. p Fuß. c Schalenschloß. (Nach Gegenbaur.)

Auf die einzelnen Gruppen der Muscheln näher einzugehen, ist nicht möglich in einem Werke, welches eine kurze Uebersicht des gesammten Reiches geben will, wir wollen daher hier nur auf eine einzelne Gruppe mit einigen Worten näher eingehen, weil sie die verschiedenartigste Beurtheilung erfahren hat und ihre Beziehungen zu den andern Muscheln erst in der neuesten Zeit aufgehellt worden sind. Wir meinen die sogenannten Rudisten, deren Angehörige, namentlich die Arten der Ziegenmuschel (Caprina) und Pferdemuschel (Hippurites Fig. 159), anscheinend plötzlich in der Kreidezeit auftraten, durch ihre massigen Schalen große Kalkbänke (Hippuritenkalk) erfüllten, ebenso plötzlich wieder verschwanden und seit der Tertiärzeit völlig ausgestorben schienen. Sie zeichnen sich durch sehr dicke, ungleiche, oft eigenthümlich

horn- oder schneckenartig gewundene Schalen gitterförmiger Struktur, von denen die eine oft festgewachsen war, und besonders dadurch vor allen andern Muscheln aus, daß das Schloßband innen belegen ist und nebst seinen großen Buckeln den innern Raum der Schale sehr verengt. Viele Zoologen wollten daher gar nicht zugeben, daß diese massigen ungleichen Schalen von echten Muscheln bewohnt worden seien, und stellten sie zu den Brachiopoden. Carpenter und Scharpe hielten sie für Krebsthiere (Balaniden), während Leopold von Buch sie zu den Korallen und Steenstrup zu den Anneliden stellen wollten. Nachdem aber Quenstedt erkannt hatte, daß sie einerseits mit dem Geschlechte Diceras der Jurazeit und einer noch lebenden kleinen Gruppe (den Chamiden) nähere Beziehungen darbieten, erkannte man sie als eine besondere Muschelfamilie an, deren Stammbaum sich bis zum Devon zurückverfolgen ließ, in welchem ein Megalodus genanntes Geschlecht diese Sonderbildung zuerst aufweist, welche sich an seinen Nachkommen im Steinkohlenalter, der Trias- und Jurazeit weiter verfolgen läßt, dann in den Rudisten der Kreide einen großen Aufschwung nahm und heute bis auf spärliche Ueberreste erloschen ist.

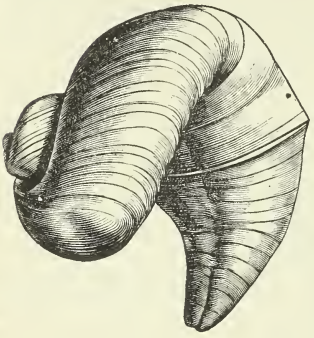


Fig. 159.
Caprina adversa. Kreideformation.

Unter den Schnecken, die, wie bekannt, nur eine Rückenschale mit spiralförmigem Wachsthum aus ihrem Mantel ausschwitzen, giebt es noch heute eine untergeordnete Sippschaft von Thieren, die sich ganz nahe an die kopflosen Muschelthiere anschließen, aber doch bereits einen „Versuchskopf" mit Augen, Gehörorganen und Fühlern aufgesetzt haben, die Stummelkopf-Schnecken (Perocephala). Der Kopf ist allerdings nicht besonders auffallend von dem übrigen Körper abgesetzt, aber er scheint sich für einen Versuchskopf recht gut bewährt zu haben. Unter diesen Stummelköpfen begegnet man vielen nackten Thieren, die aber zum Zeichen, daß sie von Schalenträgern abstammen, wenigstens in ihrer Jugend noch Schalen aufweisen. Von diesen Thieren, bei denen der sogenannte Fuß öfter die Gestalt zweier Flossen oder Flügel zu beiden Seiten des nicht für voll geltenden Kopfes angenommen hat, mit denen sie schmetterlingsartig im Wasser umherflattern (Flossenfüßer oder Flügelfüßer, Pteropoden, Fig. 160), stammen wahrscheinlich zwei verschiedene Linien des Weichthier-Volkes ab, die wir, wie sie selbst, bereits im silurischen Meere in ziemlicher Entwicklung antreffen, und später neben einander fortschreiten sehen werden, die Schnecken und die Kraken. Jedenfalls nehmen

Fig. 160.
Hyaläa limbata.

sie eine Mittelstellung zwischen den drei Hauptgruppen des Weichthierreiches ein, und da einige derselben in ihren Jugendzuständen ebenfalls lebhaft an Wurmlarven erinnern, könnte man glauben, daß sie der gemeinsamen Stammform der Weichthiere ebenso nahe gestanden haben, wie die Käferschnecken. Sehr wichtig ist dabei für das Verständniß der Genealogie des Weichthierstammes die hervortretende Annäherung an die Kopffüßler. Denn während viele Angehörige jener am Kopfe noch beschränkten Weichthiere sich in ihrem allgemeinen Bau unmittelbar den Schnecken anschließen, zeigen andere, wie die noch heute lebenden Hautkiemen (Pneumodermon) schon äußerlich durch ein Paar der für die Kraken so charakteristischen Fangarme mit Saugnäpfchen ihre Zusammengehörigkeit mit diesen an (Fig. 161).

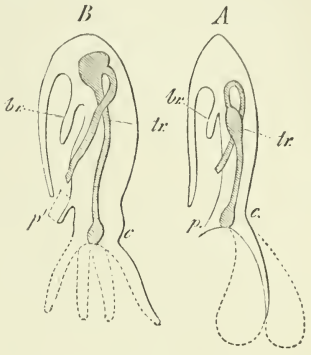


Fig. 161.
Schematische Vergleichung von Pteropoden (A) und Cephalopoden (B). c Kopf. p Fuß. tr Darmkanal. br Kiemen. p' Trichter. Nach Gegenbaur.

In dem ungeheuren Reiche der eigentlichen Schnecken, welche die Muscheln um eines ausgebildeten Kopfes Länge überragen, begegnen wir im silurischen Urmeere noch nicht jener Unerschöpflichkeit im Ausführen immer neuer architektonischer Pläne, welche in unsern Tagen ausreicht, die Begierde unersättlicher Sammler in langer Spannung zu erhalten. Bei dem Worte Schnecke denkt man zunächst an das gewundene Haus, und es mögen daher zunächst einige Worte über die Entstehungsweise desselben hier eingeschaltet werden. Wir wissen einerseits, daß es viele Schnecken giebt, die keine gewundene Schale besitzen, und andererseits, daß sich auch andere Lebewesen schneckenartige Häuser bauen. (S. S. 118.) Eines der lehrreichsten Beispiele geben gewisse Frühlingsfliegen, deren Larven sich aus feinen Sandkörner ein Schneckenhaus bauen. (Fig. 162.) Fritz Müller hat nun darauf aufmerksam gemacht, daß auch andere Frühlingsfliegenlarven, die sich ein grades Gehäuse bauen, dies stets so einrichten, daß an der Vorderseite eine Art Vordach den Kopf bedeckt, so daß derselbe nach unten frei, nach oben geschützt ist. Denkt man sich dieses Dach kapuzenartig nach vorn heruntergezogen, so entsteht ein Ansatz zur Schneckenwindung. Natürlich ist für Schalthiere, die sich in eine Röhre zurückziehen, die gebogene Röhre vortheilhafter als die gerade, weil nicht jeder Angreifer den Windungen folgen kann, und deshalb sieht man auch Röhrenwürmer gewundene Röhren anlegen, die bei fossilen Arten

Fig. 162.
Gehäuse von Helicopsyche.

mehr als einmal zu Verwechselungen mit Schnecken geführt haben. Der vortheilhafteste Bauplan wird aber offenbar der sein, wenn die Windungen sich an einander legen, und so nicht nur die Festigkeit des Gesammtbaues erhöhen, sondern auch der eindringenden Kälte und andern Schädlichkeiten mehr Widerstand bieten. Der Bauplan des Schneckenhauses erklärt sich also nicht durch eine entsprechende Form des Thieres, sondern durch die Vortheile des Gebäudes selbst, welches immerfort vorn durch neue Ausschwitzungen aus dem Mantel des heranwachsenden Thieres vergrößert wird. Aus diesem Grunde kann die Schale, weil sie sich nicht mit einem Male fertig anlegt, sondern allmählig weiter bildet, uns bei einigen Weichthieren Anhaltspunkte für die Geschichte des Stammes liefern.

Im Ei sieht man den Anfang der Schale als einen flachen Napf oder eine phrygische Mütze von durchsichtiger Substanz, die Urform der Schneckenschale. Ihr Wachsthum geschieht durch Ablagerung neuer Kalkmassen aus den senkrechten Drüsen des Mantels am Rande, wobei die Mütze immer in derselben Richtung d. h. nach rechts oder nach links rückwärts geschoben wird, wodurch dann die rechts oder links gewundenen Schneckenhäuser entstehen. Die meisten sind rechts gewunden, doch kommen unter den regelmäßig rechts windenden Schnecken links windende Abarten vor, die angeblich in allen ihren Nachkommen die Windungsrichtung beibehalten, so daß man, da solche umgekehrt gewundenen Schneckenhäuser von Sammlern sehr gesucht wurden, derlei Abnormitäten geradezu gezüchtet hat. Im vordersten weitesten Theile befinden sich Kopf und Fuß des Thieres, in den hinteren Windungen die zarteren Eingeweide und am Ende der Windungen ist das Thier an der Schale befestigt. Die meisten Schnecken besitzen ausgebildete Sinnesorgane, namentlich zwei oder vier Fühlhörner, ein paar einfache Augen sitzen entweder auf den Spitzen der Fühlhörner oder am Grunde derselben, am Kopfe. Die Mund- und Ernährungswerkzeuge sind viel vollkommner entwickelt als bei den Muscheln; im Munde bewegt sich die allen Schnecken gemeinsame, riemenförmige Reibezunge, die aufrollbar mit sehr zierlichen, nach den Arten verschiedenen Zahnreihen besetzt ist, und die Nahrung zerfeilt, indem sie sich gegen die hornigen Kiefer hin- und herbewegt. Wie die Landschnecken auf dem Laube, so weiden die Meerschnecken auf den Korallenbänken und Polypenrasen. Aus diesem leistungsfähigen Munde führt eine einfache Speiseröhre in den nicht selten mit weiteren Zermalmungswerkzeugen bewaffneten Magen und mündet dann meist nach vorn neben dem Windungspfeiler wieder aus. Die Athmungswerkzeuge (Kiemen oder Lungen), zu denen das bei den Gartenschnecken leicht wahrnehmbare Athemloch hinabführt, liegen entweder vor oder hinter dem Herzen, wonach man die Abtheilungen der Vor- und Hinterkiemer unterscheidet. Herz und Blutumlauf sind ziemlich vollkommener Art, die Befruchtungsorgane sehr verschiedenartig, je nachdem die Schnecken getrennten Geschlechtes, oder, wie die meisten Landschnecken, Zwitter sind. Nichts aber

wechselt so sehr wie Form und Färbung des Gehäuses, auf dessen Wandlungen aber hier nicht einmal, was die Haupttypen betrifft, eingegangen werden kann. Von den späteren Schnecken haben manche die Schale sehr zurückgebildet oder auch aufgegeben (Nacktschnecken); nur im zartesten Alter erscheinen sie alle, dem alten Familienbrauch folgend, mit dem einer phrygischen Mütze gleichenden Abzeichen der Ahnen, dann putzen sie aber oft ihre nackte Haut mit ebenso prächtigen Farben und Zeichnungen wie die andern ihr Gehäuse, und unter den Nacktschnecken des Meeres giebt es nicht wenige wunderbar schöne Thiere.

Für unsre historische Betrachtungsweise der Natur ist vielleicht aus der gesammten Schneckenhistorie die Thatsache am wichtigsten, daß die heute auf dem Lande, wie im Süßwasser so verbreiteten Lungenschnecken erst im obern Jura, einer verhältnißmäßig späten Erdperiode, häufiger wurden. Es gab damals bereits seit ungeheuren Zeiträumen Land- und Süßwasserbecken, von deren Dasein schon aus der Steinkohlenzeit Süßwassermuscheln Zeugniß ablegen, aber nur ganz vereinzelt finden sich in diesen älteren Landbildungen Spuren von Lungenschnecken und erst in der Tertiärzeit traten sie in größerer Zahl auf. Viel später als den Wirbelthieren war es also erst den Weichthieren beschieden, wenigstens in einem Zweige auf dem Lande festen Fuß zu fassen. Während aber bei den Fischen eine Umbildung der Schwimmblase diesen Uebergang erleichterte, mußte bei den Schnecken eine unmittelbare Verwandlung der Kiemen in Lungen stattfinden, die daher auch die gleiche Stelle im Körper einnehmen. Auch hier ist der Uebergang kaum ohne einen Amphibien-Zustand zu denken und noch heute beobachten wir in den Blasenschnecken oder Ampullarien, welche die Flüsse heißer Zonen bewohnen, amphibische Thiere, die Lungen und Kiemen neben einander ausbilden und in der Vorwelt nahe Verwandte besaßen. Die im Wasser lebenden Lungenschnecken, welche, wie die im Wasser lebenden Lungen-Wirbelthiere, für gewöhnlich zu jedem Athemzuge an die Oberfläche kommen müssen, zeigen übrigens, wie Siebold in neuester Zeit beobachtet hat, eine bemerkenswerthe Leichtigkeit, ihre Lungen wieder in Kiemen zurückzuverwandeln, indem sie in tiefen, aber sehr luftreichen Gebirgsseen, nicht mehr zum Athmen in die Höhe kommen. So ist die Natur in ewiger Wandlung begriffen.

Die Lungenschnecken sind im Uebrigen wahrscheinlich nicht nur ihrem zeitlichen Auftreten nach, sondern auch in ihrer gesammten Organisation die Spitzen des Schneckenreiches. Im Allgemeinen weniger farbenprächtig als ihre Meeres-Collegen sind sie vielleicht gebildeter als diese. Wir halten unsre Garten- und Weinbergsschnecken, wegen der großen Langsamkeit ihrer Fortbewegung, wohl in der Regel für sehr stumpfe Wesen. Allein die hochentwickelte Form ihres Geschlechtslebens, die poetische Einkleidung ihrer Liebeswerbungen, während welcher sie aus einem, neben den Geschlechtsorganen belegenen Blindsacke zierliche Liebespfeile auf einander abschießen, und so der

Amorsmythe einen natürlichen Hintergrund geben, belehrt uns eines andern und bessern. Die Liebespfeile der meisten Arten (Fig. 163) sind von einander verschieden gestaltet und können daher ebenso wie die sehr verschiedenartigen Zahngarnituren ihrer Reibezungen als Unterscheidungsmittel dienen.

Daß der ungeheure Reichthum der Formen dieser Thiere das Ergebniß nie ruhender Variation ist, wagt man trotz der merkwürdigen Formbeständigkeit einzelner Arten nicht mehr zu läugnen, seit Hilgendorf die Spezialgeschichte einer solchen Umwandlung aus den Archiven des obermiocänen Süßwasserkalks von Steinheim (Württemberg) geschöpft und genau beschrieben hat. In den übereinander liegenden Schichten desselben finden sich nämlich

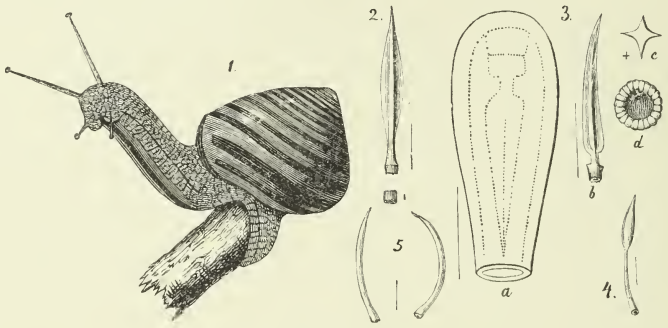


Fig. 163.
Nr. 1, 2. Helix nemoralis und Liebespfeil derselben. Nr. 3 Pfeilsack (a), Liebespfeil (b) und oberer Querschnitt (c) nebst Krone (d) desselben von H. pomatia. Nr. 4 u. 5 Pfeile von H. arbustorum und H. ericetorum. Die Striche bezeichnen die natürliche Größe der Pfeile.

zahlreiche Schneckenschalen, die so unähnlich sind, daß ein gewissenhafter Systematiker leicht ein paar Dutzend Arten daraus machen könnte, während Hilgendorf gezeigt hat, daß sie sämmtlich durch Uebergänge verbunden sind, die sich in denjenigen Schichten finden, welche zwischen den Fundstellen der am meisten verschiedenen Formen liegen. In den untersten Schichten liegen die Windungen der vielgestaltigen Schnecke (Planorbis multiformis) wie bei unserer gemeinen Sumpftellerschnecke in einer Ebene, so daß sie einem kleinen Damenbrett-Steine gleicht, weiter hinauf ziehen sich die Windungen zu einem Kegel auseinander, um in noch höheren Schichten wieder zu einer den Ausgangsformen ähnlichen Gestalt zurückzukehren. (Fig. 164. 165.) Neben den Gestalten der Hauptreihe finden sich mancherlei Nebenlinien, durch verschiedene Eigenthümlichkeiten des Gewindes, Reliefbildungen der Schale u. s. w. ausgezeichnet. Der genannte Forscher hat, zahlreichen unbegründeten Einwürfen gegenüber, in neuester Zeit überzeugend dargethan, daß diese verschiedenen Formen einen durch alle Mittelglieder verfolgbaren, handgreiflichen, mehrfach verzweigten Stammbaum bilden, der sich zuerst in zwei Hauptäste theilt, worauf diese noch einmal sich theilen. Von diesen vier Aesten, die wieder

mancherlei Nebenzweige aussenden, ist aber nur der erwähnte Hauptzweig bis in die obern Schichten zu verfolgen, die andern sind abgestorben, resp. von jenem Zweige im Kampfe ums Dasein schließlich unterdrückt worden. So giebt ein Formenkreis, welchen man nicht wagen konnte, in einzelne Arten

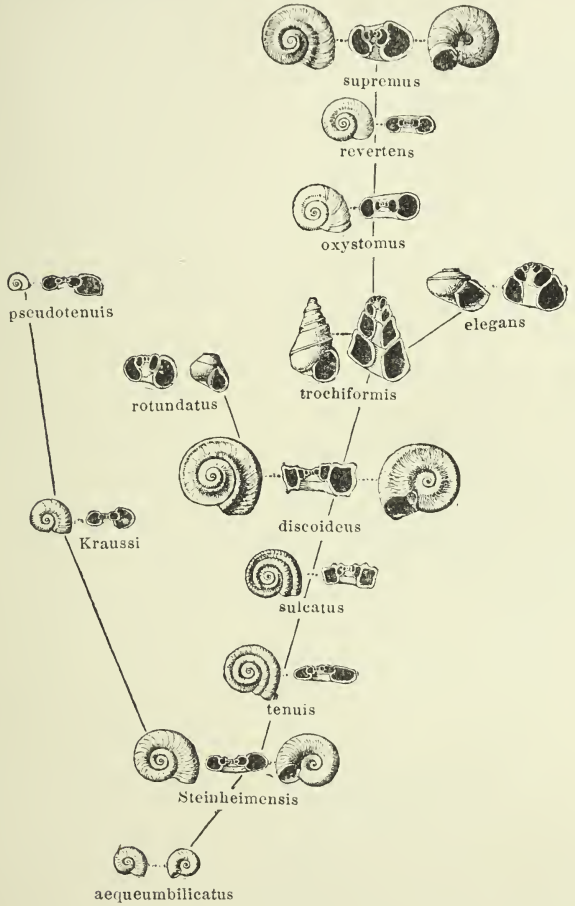


Fig. 164.
Hauptzweig von Planorbis multiformis von Steinheim nebst einigen Nebenzweigen.

Fig 165.
Formenreihe des Hauptstamms zwischen P. discoideus und P. trochiformis.

zu zersplittern, einen Begriff von der Unrichtigkeit der Auffassung, welche man vordem von dem unveränderlichen Charakter der Arten überhaupt gehabt. Wäre das Wasserbecken, aus welchem der Steinheimer Kalk sich absetzte, ausgedehnter gewesen, so daß die einzelnen Formen der Planorbis Zeit gehabt hätten, sich auszubreiten und einander aus dem Wege zu gehen, so würde die ursprüngliche Form vielleicht die Stammmutter eines reichen Artengeschlechts geworden sein.

Es kann uns nach solchen Leistungen einer einzigen Form auf dem Gebiete der Metamorphose nicht wundern, in dem großen Schneckenreiche überhaupt eine ungemeine Vielgestaltigkeit zu finden. So sind zum Beispiel die Zahnschnecken (Dentalium), die einem Elephantenzahn im Kleinen gleichen, so zurückgebildete, zwischen Schnecken und Muscheln in der Mitte stehende Formen, daß es nicht schwer hält zu glauben, die Muscheln seien überhaupt nur eine Abtheilung von verkümmerten Schnecken. Das Non plus ultra in dieser Richtung leistet aber eine kleine Schnecke, die den berühmten Thierforscher Johannes Müller zu schweren Zweifeln veranlaßt hat. Derselbe fand nämlich im Innern einer Holothurie des Mittelmeers (Synapta digitata, Fig. 166) häufig einen pfropfenzieherartig gewundenen Schlauch, den er, da er mit der Bauchader der Holothurie in einem festen Zusammenhange zu stehen schien, anfangs für ein Organ derselben ansah. Aber in seinem Innern reiften Eier, die sich in kleine Gehäuseschnecken mit gewundner Schale verwandelten und Deckel, rudimentäre Fühler und

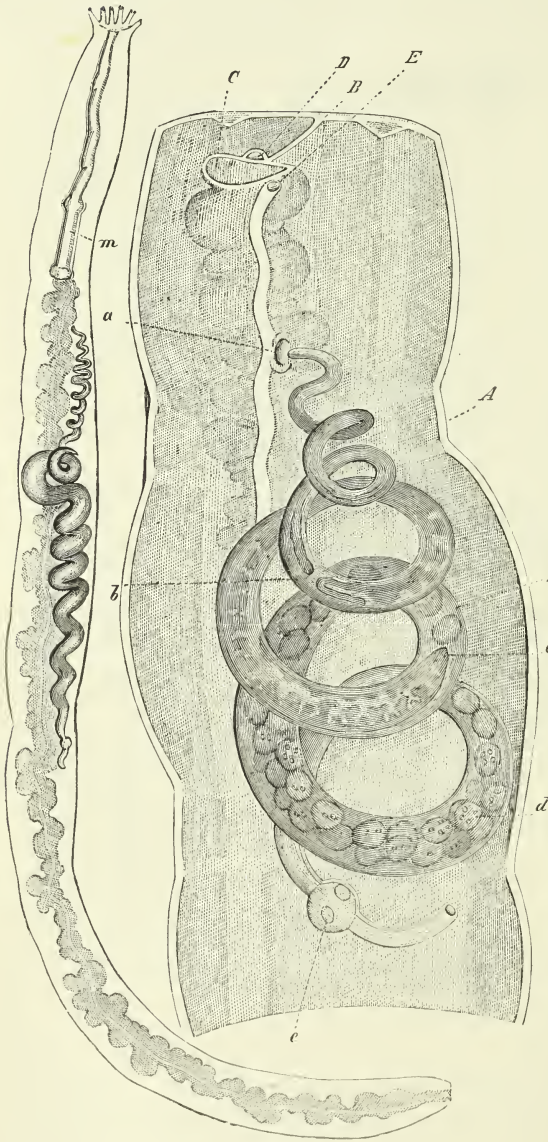


Fig. 166.
Synapta digitata mit dem Schneckenschlauche in natürlicher Größe, und vergrößertes Mittelstück daneben A Leibeswand der Synapta, B Magen, C Darm, D Rücken-Blutgefäß, E Magen-Blutgefäß, an welches der Parasit bei a sich festsaugt, b c Eierstock, d Eikugeln, e Samengefäß.

Sinnesorgane besaßen, Errungenschaften der Ahnen, die alle wieder zurückgebildet werden, wenn die Schnecke in die Holothurie eingeschlüpft ist, und auf den kümmerlichen Zustand eines Eingeweidewurms zurücksinkt. Man hat die Einwanderung dieses mit Recht Wunderschnecke (Entoconcha mirabilis) benannten Thieres noch nicht direkt beobachtet, aber es ist wahrscheinlich, daß sie bei sehr jungen Thieren, vielleicht schon bei der Larve geschieht. Auch schließt man aus gewissen Anzeichen, daß die einwandernde Schnecke eine Nacktschnecke gewesen ist, deren Larven Schneckenhäuser besitzen, da sie ihrerseits von Gehäuseschnecken abstammen.

Ein anderer sehr interessanter Fall des Zusammenlebens einer Schnecke mit andern Thieren wurde vor vielen Jahren von Steenstrup zuerst beschrieben. Diese Schnecke (Rhizochilus antipathum, Fig. 167) bietet in ihrer Jugend vollständig die Charaktere eines Kinkhorn (Buccinum) dar. Aber sobald sie eine bestimmte Altersstufe und Größe erreicht hat, siedelt sie sich regelmäßig auf den Zweigen einer Hornkoralle (Antipathes) an, umwulstet mit ihren Lippen die Aeste derselben, verklebt den Schalenmund mit einem gewölbten Deckel, der unten in ein Rohr ausgeht, durch welches sie mit der Außenwelt verkehrt, und treibt so sonderbare Wucherungen des Schalenmundes hervor, wie keine andre bekannte Schnecke. Ohne Zweifel handelt es sich dabei um eine zur Regel gewordene Abnormität, die dadurch entstanden ist, daß die Ansiedlung einer gewöhnlichen Buccinide zwischen den dünnen Zweigen der Hornkoralle für sie von Vortheil gewesen ist.

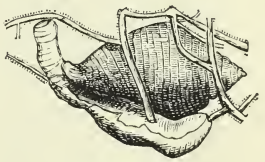


Fig. 167.
Rhizochilus antipathum.
Dreifach vergröß. nach Steenstrup.

Eine viel anspruchsvollere und gewichtigere Rolle als Muscheln und Schnecken sehen wir den Schwesterstamm der Kopffüßler (Cephalopoden) oder Kraken in der Weltgeschichte spielen. Sie sind offenbar Nachkommen jener oben (S. 232) erwähnten Stummelköpfe oder Flossenfüßer, die in vieler Beziehung zwischen Muscheln und Schnecken in der Mitte stehen, und auch ihrer Entwicklungsgeschichte nach eine sehr ursprüngliche Gruppe zu sein scheinen. Es ist merkwürdig, wie sich bei diesen, nach ihren versteinerten Resten sehr alten Thieren bereits gewisse Fähigkeiten zeigen, die auch die höchsten heute lebenden Kopffüßler ausnützen, um ihren Verfolgern zu entgehen. So wissen einige dieser Flossenfüßler, von denen man mehrere unter dem Namen des Walfischaases zusammenfaßt, namentlich die Gattungen Clio, Cliopsis und die mit Polypenarmen versehene Gattung Pneumodermon, dadurch ihren Verfolgern zu entgehen, daß sie rings aus der Haut ein milchartiges Sekret ausscheiden, welches das Wasser weit umher trübt, gerade wie es die höheren Cephalopoden auch thun. Andere Arten, wie z. B. Tiedemannia neapolitana, wissen durch Anfüllung und Leerung sternförmiger Farbenzellen, die dicht unter der Haut liegen, ihre Färbung der jedesmaligen helleren oder

dunkleren Umgebung so anzupassen, daß man sie viel leichter übersieht, eine Eigenthümlichkeit, die ebenfalls die höheren, modernen Kopffüßler auszeichnet, so daß wir in diesen Kriegslisten Fähigkeiten sehen müssen, die wahrscheinlich bereits die Ahnen des gesammten Stammes auszeichneten.

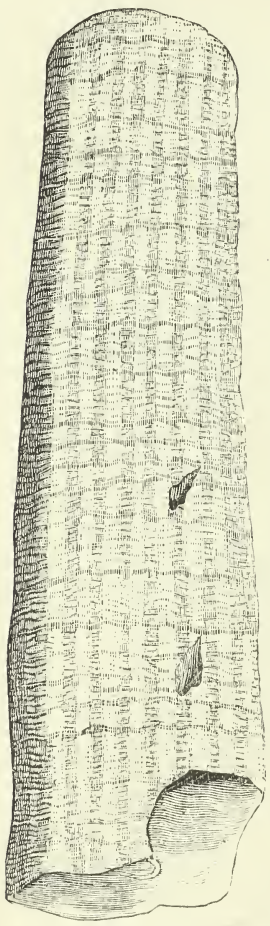


Fig. 168.
Orthoceras annulatum.

In der Regel aber ist die Zahl der kleinen Fangarme am Munde, die wir schon bei den Stummelköpfen (Fig. 160) die kegelförmige Hervorragung bilden sehen, und von denen bei Pneumodermon zwei mit Saugnäpfchen versehen sind, bedeutend vermehrt, und sie bilden dann einen Kranz von in der Regel acht bis zehn rings um den Mund gestellten Fangarmen, auf diese Weise den Wirbelthieren und Gliederthieren, deren Gliedmaßen hinter einander am Rumpfe befestigt sind, wenigstens einen ganz verschiedenen Typus auf höherer Entwicklungsstufe gegenüberstellend. Zu den Pteropoden hat man bisher meist die dünnen, röhrenförmigen, durch zahlreiche undurchbohrte Scheidewände in Kammern getheilten Gehäuse gerechnet, welche in den silurischen Schichten sehr häufig sind, die aber von Jhering unter dem Namen der Leptoceratiten als die Ahnen der Cephalopoden angesehen und an die Wurzel des Stammes gestellt werden. Jhre angeblichen, schon in der Silurzeit häufigen Nachkommen, die Geradhörner (Orthoceratiten, Fig. 168), welche eine bedeutend erhöhete Durchschnittsgröße und dickere Außenwände besaßen, unterscheiden sich von ihnen sogleich dadurch, daß die Kammerwände durchbohrt sind, aber es giebt in der That auch bei ihnen einzelne Gattungen (z. B. Endoceras) mit dütenartig gebogenen und ineinandergeschobenen undurchbohrten Kammerwänden, und es läßt sich nicht läugnen, daß sie unvermittelt und ohne nachweisbare Ahnen auf der Weltbühne erschienen wären, wenn man sie nicht von jenen röhrenbewohnenden, den Pteropoden nahestehenden Leptoceratiten ableiten könnte, auf deren undurchbohrte Kammern wir sogleich zurückkommen.

Die Cephalopoden gehören zu den unermüdlichsten Baumeistern, die es geben kann, stets beschäftigt, das alte Haus durch einen weitern Anbau an der Mündung zu verlängern, und sobald der neugewonnene Vorderraum genügte, die alte zu eng befundene Kammer durch eine Wand hinter sich

abzuschließen und diese Arbeit immerfort zu wiederholen. So entstand jedesmal eine lange Flucht hinter einander liegender und durch Querwände von einander getrennter Kammern, entweder in gerader Anordnung, wie bei den Geradhörnern (Orthoceratiten, Fig. 168) oder in spiralförmig aufgewundener Form, so daß der ganze Palast einem großen Schneckenhause gleicht. Zwischen diesen beiden Endtypen giebt es dann zahlreiche Zwischenformen, indem der Stab an dem einen Ende in die mehr oder weniger vollendete, weiter oder enger gerollte Spirale übergeht. Unter anderm sehen wir schon im silurischen Meere das Zeichen der Hohenpriesterschaft in Form kunstgerecht gestalteter Bischofsstäbe (Lituiten, Fig. 169) umherschwimmen, deren Bewohner offenbar ein gefräßiges, unheiliges Wesen, wie alle seine Collegen war.

Fig. 169.
Lituites cornu arietis.

Unsere Gelehrten würden die schwersten Sorgen um das richtige Verständniß dieser ihre Angehörigen nach Tausenden zählenden, aber heute fast gänzlich ausgestorbenen Familie haben, wenn sich nicht glücklicherweise ein Stellvertreter aus dem allgemeinen Untergange gerettet hätte, ein Abgesandter

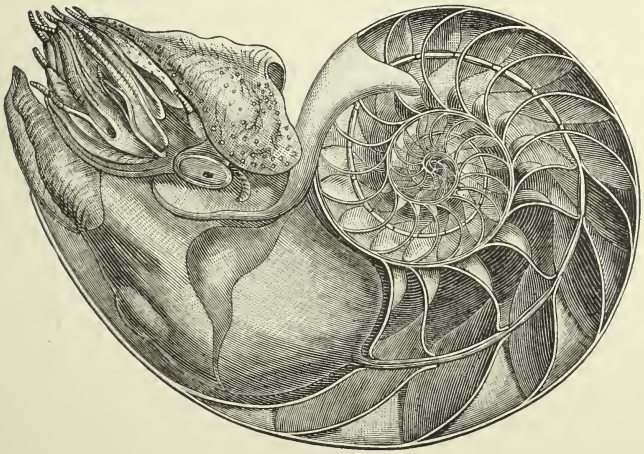


Fig. 170.
Nautilus pompilius mit in der Mittelebene bloßgelegten Kammern.

gleichsam, den die früheste Urzeit an die Neuzeit gerichtet hat, und der die ungeheure Reise durch die Jahrtausende glücklich vollendete, das Schiffsboot oder der Nautilus. (Fig. 170.) Dieses wahrhaft den Namen eines letzten Mohikaners verdienende Thier, dem in sehr frühen Jahren alle seine An-

verwandten starben, besitzt noch jene wenig gekrümmten Kammerwände, wie die ältesten Kopffüßler, es athmet noch wie jene mit vier Kiemen, während sich das gesammte jüngere Geschlecht der Kopffüßler mit zwei Kiemen behilft. Wir erfahren von diesem Botschafter der Vorwelt, daß die zahlreichen unbewohnten Hintergemächer von den Thieren deshalb mit herumgetragen wurden, um als Schwimmapparat zu dienen, und daß der lange sehnige Strang, welcher die Wände und Kammern durchbohrt und bis in die hinterste eindringt, wahrscheinlich nur dazu diente, mit diesen verlassenen Räumen lebendige Fühlung zu unterhalten.

Wir müssen uns die Entstehung dieses Stranges und seiner Hülle (Sipho) vermuthlich so denken, daß das Thier ursprünglich nur in der eingebogenen Dute der letzten Scheidewand mit einem Strang festgewachsen war, und daß der Strang nicht die Kammerscheidewände durchbohrte, wie dies auch weder bei Endoceras, noch bei den erwähnten Leptoceratiten der Fall gewesen ist. Da nämlich, wie Sandberger und Hyatt festgestellt haben, auch bei unserem Nautilus und den Goniatiten die erstangelegten Scheidewände nicht vom Sipho durchbohrt werden, so kann man darin die Wiederholung des ursprünglichen Verhaltens der Ahnen erkennen und annehmen, daß der Sipho-Strang ursprünglich von dem weiterwachsenden Thier jedesmal von der Scheidewand gelöst und nachgezogen wurde, in der Folge aber begann, an der ursprünglichen Ansatzstelle haften zu bleiben und indem er die Scheidewände durchbohrte, immer länger zu wachsen, so daß er stets sämmtliche früher gebildete Kammern durchzog. Er umgab sich dabei mit einer von der Scheidewand rückwärts reichenden Siphonaldute, die sich bei den älteren Cephalopoden jedesmal bis zur vorigen Scheidewand zurück und in die vorhergehende Dute hineinerstreckte, in der Folge aber immer kürzer wurde. Die leeren, luftgefüllten Kammern aber dienen diesen Thieren, welche die Tyrannen der ältesten Meere darstellten, und sich wie ein Habicht auf ihre Beute stürzten, als ein zweckmäßig eingerichteter Schwimmapparat. Will sich unser Nautilus zum Sinken bringen, so zieht er sich mit dem Kopfe und seinen zahlreichen Armen sammt dem Vorderkörper in seine Kammer zurück, um den ganzen Bau schwerer zu machen, will er im Gegentheil zur Oberfläche des Meeres emporsteigen, so streckt er sich so weit als möglich aus seiner Schalen-Behausung hervor und das dadurch trotz seiner kalkigen Schale leichter als Wasser werdende Thier steigt nun schnell in die Höhe. Außerdem dient ihm die Fähigkeit, das zum Athmen eingesogene Wasser mit einer gewissen Heftigkeit hervorzusprudeln, als Mittel, sich in entgegengesetzter Richtung zu bewegen, mit einem Worte, die Ammoniten, wie man die ganze Gruppe nach der herrschenden Form späterer Zeiten zu nennen pflegt, waren, wenngleich ohne Schwimmblase und Flossen, Schwimmer der vollkommensten Art, vielleicht die ersten unter den Gehäuse-Thieren, die sich vom Meeresboden erhoben, um kühnen Aeronauten unserer Zeit gleich, die höheren Re-

gionen ihrer Welt zu besuchen. Mit den später gekommenen Fischen, den eigentlichen Ruderern der Meere verglichen, hat ihre Schwimmmaschine entschieden etwas an einen vollkommneren Luftballon mit seitlicher Lenkungsfähigkeit Erinnerndes; es ist eine künstliche Maschinerie, während die Fische, abgesehen von ihrer Schwimmblase, sich nur direkt durch geschickte Körperbewegungen forthelfen. Die Gefräßigkeit der heutigen nähern und ferneren Stammverwandten als Erbübel betrachtend, erblicken wir in den die Höhen und Tiefen der silurischen Meere unsicher machenden Kammerherren wohl mit Recht die Schrecken und Tyrannen der Primordialfauna. Daß diesen Raubrittern der Silurmeere ihr Handwerk etwas eintrug, ersehen wir aus dem ansehnlichen Umfange, welchen einige mit ihrem, freilich zum großen Theil mit Luft gefüllten Körper erreichten. Geradhörner (Orthoceratiten) von einem Fuß im Durchmesser und sechs Fuß Länge sind keine ungewöhnlichen Ausnahmen. Auch in der Artenzahl standen sie früh ehrfurchtgebietend da. Wie die heute lebenden Cephalopoden sich fast ohne Metamorphose fertig aus dem Ei herausschälen, so treten ohne merkliche Vorbereitung in den silurischen Meeren bereits ungeheure Mengen (Barrande hat 1600 Arten aufgezählt) dieser Thiere auf den Schauplatz, ein Beweis, daß eine vorbereitende Lebewelt von langer Dauer fast spurlos vernichtet sein muß, was auch aus andern paläontologischen Funden hervorgeht. Für den Daseinskampf mit entwickelteren Wesen scheinen diese ungeschlachten Gesellen trotz der Schwimmvortheile nicht befähigt gewesen zu sein, denn sie begannen nach mannigfachen Versuchen schon im Anfange der Primärzeit abzunehmen und jüngeren Bewerbern Platz zu machen. In der Steinkohlenzeit vorschwand die Urform mit geraden und wenig gebogenen Kammerwänden vom Schauplatz, und schon damals waren die Nautilusarten fast die einzigen Ueberlebenden eines ehemals so ansehnlichen Geschlechtes. Allein vorläufig blühete es in üppiger Fülle weiter in Gestalten, die sich deutlich aus jenen entwickelt haben, aber vielfach abändern und im Ausbau ihrer Kammerwände und Schalen ausgearbeiteter, zierlicher erscheinen (Fig. 171). Die alle Kammern durchziehende Röhre oder Sipho wechselt ihre Lage und die Anheftungslinie der Scheidewände kräuselt sich in eben so schmuckvollen, wie charakteristischen

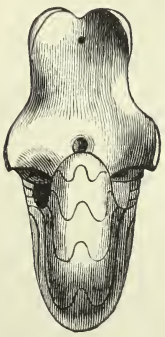


Fig. 171.
Aganides (Pseudonautilus) Goinitzi.

Fig. 172.
Die Entwicklung des Bauchlobus: 1 bei Nautiliten, 2 bei Goniatiten, 3 bei Ceratiten, 4, 5, 6 bei Ammoniten der Schwarzjura-, Braunjura- u. Kreide-Zeit.

Zickzack- und Arabeskenlinien (Fig. 172). In letzterer Figur ist nur der Bauchlappen, welcher auf der Innenseite der Kalkröhre dem Sipho gegenüber liegt, gezeichnet, aber die rings an der Innenwand verlaufenden Lobenlinien verhalten sich ganz ähnlich. Wurde bei dem Versteinerungsprozeß die Schale erhalten, so ist von diesen Loben natürlich nichts zu sehen, weil sie sich auf der Innenseite der Schale abzeichnen. Aber in den meisten Fällen ist die dünne Schale durch den Versteinerungsprozeß zerstört, oder beim Herausschlagen in dem umhüllenden Gestein theilweise oder ganz sitzen geblieben. Dann erscheinen die Lobenlinien auf dem Kern in der größten Zierlichkeit und man erkennt zugleich, wie sich inmitten der Rückenloben ein kleiner Gegenlobus, der Sattel einschiebt. (Vergl. Fig. 173.) Andernfalls können die Lobenlinien natürlich durch Wegschleifen der Schale blosgelegt werden, wenn es für die Bestimmung der Art nöthig ist.

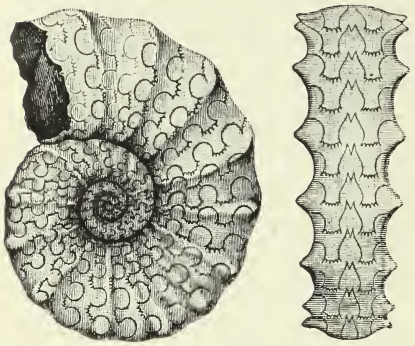


Fig. 173.
Ceratites nodosus aus den Triasschichten.

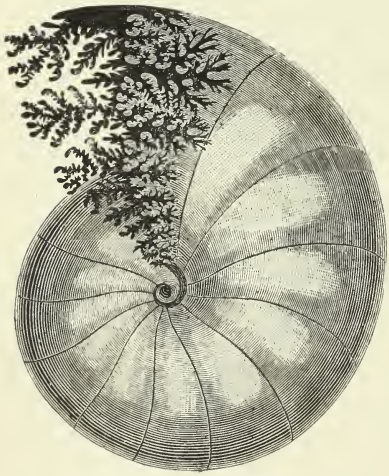


Fig. 174.
Ammonites heterophyllus. ½ N. Gr. aus dem mittleren Lias von Bezingen mit eingezeichneten vollständigen Loben und Sätteln. Nach Quenstedt.

Man sieht leicht aus der obigen Zusammenstellung, wie diese Lobenlinien in den aufeinanderfolgenden Geschlechtern immer krauser wurden, bis sie bei den Ammoniten der mittleren Jurazeit eine solche Zusammengesetztheit erreichten, daß ihre Zeichnung an versteinerte Moose und Dendriten erinnert. (Fig. 174.) Die Ausbildung dieser Schnirkelsucht hatte im Uebrigen gewiß ihre Vortheile, denn die dünne, vielleicht ziemlich zerbrechliche Schale wurde dadurch offenbar viel fester gestützt, als durch die älteren geraden oder weniger gebogenen Scheidewände. Bei den Ammoniten der Kreidezeit findet indessen wieder eine Rückkehr zur Einfachheit in der Zeichnung der Loben statt, zugleich machen sich aber Einseitigkeiten und Unregelmäßigkeiten bemerkbar, die den Verfall des Geschlechts bezeichnen, welches sodann mit der Kreidezeit vollständig ausstarb.

Die große Anzahl der in den Erdschichten der Secundärperiode zur Ablagerung gekommenen Ammoniten macht ihre unendlichen Formenreihen zu einem besonders schlagenden Beweise für die Wahrheit der Descendenz-Theorie. Specialforscher, die sich mit ihnen näher beschäftigt haben, wie z. B. in neuerer Zeit Neumayr und Würtenberger fanden, daß von abgegrenzten Arten nur dann die Rede sein kann, wenn man die Formen einer dünnen Erdschicht unter einander vergleicht, wo dann also ebenso wie in der Gegenwart die Arten festzustehen scheinen. Nahmen sie aber die Arten der darunter und darüber liegenden Schichten hinzu, so ergaben sich unendliche Formenreihen, in denen nicht nur die Arten durch Zwischenformen miteinander verbunden wurden, sondern auch die Gattungen, ja die Familien in einander übergingen, so daß alle Formen sich zu verzweigten Stammbäumen gruppiren ließen.

Wenn wir auch von der Gestalt des Thieres und seinem Leben uns nur nach Analogien eine Vorstellung machen können, so reicht doch die äußere Gestalt der Schale und namentlich die Ornamentirung derselben hin, Hunderte und Tausende verschiedener Gestalten bei ihnen zu unterscheiden. Sehr allgemein bedeckte sich die ursprünglich glatte Schale mit Querrippen, die sich dann bei jüngern Arten verschiedentlich umformten, verzweigten und an den Gablungsstellen Knötchen bildeten, die ihrerseits Stacheln trugen, wie z. B. bei Ammonites Jason (Fig. 175). Nun bietet aber das allmälige Weiterwachsthum der Schale bei den Ammoniten eine höchst günstige Gelegenheit, um daran nachträgliche Studien über die Ontogenie oder Entwicklungsgeschichte der Individuen im Verhältniß zur Phylogenie oder Stammesgeschichte machen zu können, die uns ja in zahlreichen Individuen vorliegt, wobei der günstige Umstand hinzukommt, daß die Veränderung zeitweise verhältnißmäßig rasch vor sich gegangen sein muß. Das biogenetische Grundgesetz, nach welchem die Ontogenie, oder die Entwicklung des Individuums eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung der Stammesgeschichte ist, ließ sich also hier, statt an den verschiedenen aufeinanderfolgenden Jugendzuständen, an den Windungen einer und derselben Schale, bei Arten, deren Geschichte sich feststellen ließ, kontroliren.

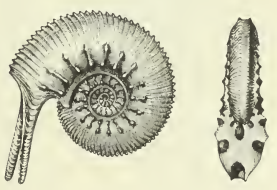


Fig. 175.
Ammonites Jason.
Aus den Juraschichten.

So z. B. kann die Ammoniten-Gruppe der Widderhörner (Arietites), deren Angehörige oft Mühlstein- und Wagenradgröße überschreiten, ausgehend gedacht werden von A. psilonotus der Trias, der durch sein ganzes Leben glattwandig blieb, durch den Arnioceras miserabilis, der noch einen Anfang glatter Windungen um den Nabel besitzt, dann aber Rippen, Kiel und Rinnen ausbildet, zum A. Conybeari, der erwachsen

seine Rippen mit Höckern schmückt. Diese erscheinen bei Coroniceras, einer spätern Reihe, schon im jugendlichen Alter, wie denn neue Abänderungen der Schale stets auf der äußersten Windung auftreten und dann bei den Nachkommen immer weiter nach innen zurückgedrängt werden. Es läßt sich das so erklären, daß jedes Wesen erst den ihm vererbten Entwicklungsgang vollständig durchmachen muß, ehe es von den Fesseln der Erbschaft gewissermaßen befreit und mündig, seine eigenen Wege im Kampfe um's Dasein gehen kann. Die Nachkommen aber ererben jene Neuerung bereits, und darum erscheint sie in ihren spätern Gliedern fortlaufend früher, gleichsam zurückgedrängt durch nachfolgende Neuerungen, woraus sich dann erklärt, daß in Familien, deren Arten einen sehr großen Wechsel durchgemacht haben, die ursprünglichsten Formen so zusammengedrängt erscheinen, daß sie unkenntlich werden und der Anschein der abgekürzten Entwicklung entsteht, in welchem die ältesten Ahnenformen gleichsam übersprungen werden.

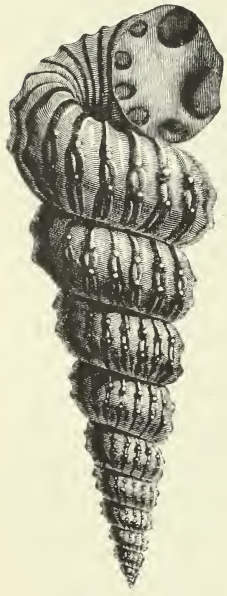


Fig. 176.
Turrilites catenatus aus den Kreideschichten.

Während nun die eigentlichen Ammoniten durch eine geschlossene, in einer Ebene liegende Spiralwindung, charakterisirt sind, bei denen sich jede folgende Windung eng an die früheren anlegt, beginnen in der Jurazeit, die in der Kreidezeit ihre Hauptentwicklung erlangenden und zugleich den Anfang vom Ende bezeichnenden „ammonitischen Nebenformen", die zwar durch die Entwicklung der Kammerwände und Schalenskulpturen im engsten Verwandtschaftsverhältniß zu den echten Ammoniten stehen, aber irgend eine besondere, abweichende Idee verwirklichen. Darunter winden sich einige Formen z. B. Turrilites (Fig. 176) nicht mehr, wie alle ordentlichen Ammoniten in einer Ebene, sondern als Kegel wie die Schnecken. Andere haben wieder den Vortheil der Festigkeit, welchen das Aneinanderlegen der Windungen gewährt, aufgegeben und erscheinen als freie Spirale mit von einander entfernten Windungen. (Crioceras.) Bei andern kommen noch andere Evolutionen vor, und einige haben in einem Theile ihres Lebens die spiralige Bauweise und in einem andern die Vergrößerung in einer geraden Linie, wie die Orthoceratiten befolgt. Mitunter kann man auch wohl die Ursachen solcher neumodischen Abweichungen von dem altbewährten Bauplan vermuthen. Bei solchen Arten nämlich, wo der Rücken mit Stacheln besetzt war, wie z. B. bei Ancyloceras (Fig. 177) mußten die Rücken-Stacheln der ältern Windungen sich in die Baufläche der jüngern eindrücken und das Thier saß dann, wie auf einer Hechel, eine gewiß ebenso unbequeme als

hinderliche Unterkunft, welche die Entfernung der Windungen von einander, das „Aufrollen" der sonst durch ihre Stacheln wohlbeschützten Armaten, erklärt. Dieses Aufrollen war aber an sich sicher kein Vortheil, da es wieder der Festigkeit des Gesammtbaues Eintrag that und wir begreifen daher das

Fig. 177.
Ancyloceras Matheronianus aus den Kreideschichten.

nahe Ende dieses in den Nebenformen aus Rand und Banden gegangenen Geschlechts. So veränderungslustig es sich, alles früher Dagewesene auf höherer Stufe wiederholend, noch einmal genug that; es hatte die Grenzen seiner Herrschaft erreicht; mit den obern Kreideschichten verschwindet die bunte Mannigfaltigkeit der Ammoniten mit einem Male, wie weggefegt vom Meeresboden. Während das so viel ältere Nautilusgeschlecht fortlebt, waren sie seitdem getilgt aus der Reihe der Lebenden, und so oft auch der Brahmine die heiligen Saligram-Ammoniten vom Himalaya mit der Tulsipflanze vermählt, er wird keine Nachkommenschaft erzielen. Hatten sie ausgelebt, oder einen Meister in der Gefräßigkeit gefunden, der ihre Stelle einnahm?

Fig. 178.
Belemnit restaurirt.

Bei der letzteren, wahrscheinlicheren Annahme wird man den siegreichen Nebenbuhler, wie in den meisten solcher Fälle, am sichersten unter den nähern Verwandten des Thieres mit ähnlichen Lebensansprüchen suchen. Vielleicht geben uns die Belemniten (Fig. 178), welche ungefähr gleichzeitig mit den echten Ammoniten auftauchen, ihre Höheperiode erreichen und verschwinden, einen Fingerzeig in der Angelegenheit. Es waren dies zum Theil ebenfalls sehr ansehnliche, bis mannslange, vielleicht aus einem Zweige der Orthoceratiten hervorgegangene Kopffüßler, deren gekammerte, dütenförmige Schalen sich viel seltener erhalten haben, als ihre massiv kalkenen Schwanzspitzen, die sogenannten Donnerkeile, Teufelsfinger oder Elfenpfeile, nach deren Form man mehrere hundert Belemniten-Arten unterschieden hat. Die Verbindung dieser Schwanzspitzen mit dem kegelförmigen Kammergehäuse und dem blattartigen Schulp, welcher den Rücken bedeckte, zeigt Fig. 179. Beim Vergleich

ihrer Form bemerkt man nämlich, daß diese Thiere, welche bereits wie alle heute lebenden Kopffüßler (mit Ausnahme des Nautilus) zu den Zweikiemern gehörten, eine deutliche Neigung zeigten, ihrem beengenden Gehäuse zu entwachsen. Durch Fortsetzungen desselben Vorgangs sind wahrscheinlich die heute lebenden Tintenfische, aus dem Stamme der ausgestorbenen Belemniten hervorgegangen. Wenigstens spricht der Schulp, ein letzter Ueberrest der Kalkschale, welche die jetzt lebenden gehäuselosen Kopffüßler gerade wie die Belemniten unter der Mantelhaut des Rückens wie einen Familien-Talisman bewahren, sehr für die Nähe dieser Verwandtschaft. In den miocänen Erdschichten hat man auch Belemniten-Gehäuse entdeckt, die den Rest einer gewundenen Ammonitenschale darstellen, und noch heute lebt in den südlichen Oceanen ein kleiner Kopffüßler, welcher im hintern Theile seines Mantels das gewundene Gehäuse seiner Ahnen aufbewahrt hat, und wegen dieses Andenkens das Posthörnchen (Spirula) genannt wird. An der Stelle der eingegangenen äußern harten Bedeckung beginnt bei diesen höheren Gattungen ein inneres Skelet sich auszubilden, sowohl um als Stütze der flatternden Seitenflossen zu dienen, als um in Form knorplicher Einhüllungen dem Hauptnervenknoten (Gehirn) und den edleren Sinnesorganen einigen Schutz zu gewähren. In Hinsicht der Ausbildung dieses Skeletes sind sie freilich nicht über den Standpunkt der niedersten Fische hinausgekommen, an welche auch der Zustand ihres Riechorgans in Gestalt zweier blinden Wimpergrübchen erinnert.

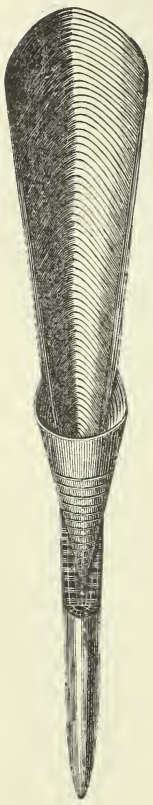


Fig. 179. Schalengerüst eines Belemniten.

Man würde vielleicht sagen können, daß von den alten Ammoniten und Belemniten nur das Haus zerbrochen sei, daß sie selber aber fortleben in den höher organisirten Tintenfischen, die als Beweis ihres alten Adels unter ihrer Rückenhaut eben jenen Schalenrest bewahren, wie die alten Künstler stets das Dioskurenpaar mit dem Eierschalenreste auf dem Kopfe darstellten, um damit anzudeuten, daß sie die echten Söhne des ihrer Mutter Leda in Schwanengestalt genaheten Zeus seien. Die schwergerüsteten Eltern hatten sodann den Daseinskampf mit durch Rückbildung der Schale beweglicheren und gewandteren Nachkommen zu bestehen, dem sie, wie es scheint, schnell erlagen.

Die heute lebenden, einer äußeren Schale entbehrenden Kopffüßler sind im Vergleiche zu den Muschelthieren, mit denen sie aus gleichen Anfängen hervorgingen, hochentwickelte Wesen, bei denen man unwillkürlich versucht wird, sie den höher entwickelten Wirbelthieren gegenüber zu stellen, als die Spitzen eines in anderer Richtung vorwärts geschrittenen Stammes. In ihrer be-

sonderen Form sind sie keine Hervorbringungen uralter Perioden, sondern vergleichungsweise moderne Schöpfungen, Herren des Tages, wie irgend die Wirbelthiere es sein mögen. Dies spricht sich schon in der ungewöhnlichen Größe der heute lebenden Kraken und Tintenfische aus, welche zuweilen mit ihren ausgestreckten Fangarmen die Länge von dreißig Fuß erreichen, wie schon Plinius behauptete, und neuere Beobachtungen bestätigt haben. Wir bemerken aber überall in der Erdgeschichte, daß die Lebewesen in der Periode, die ihnen das Dasein gab, ihren größten Leibesumfang erreichen und da wir größere Kopffüßler unter den Schalenbewohnenden nicht beobachtet haben, so dürfen wir in diesem, freilich nebensächlichem Umstande, eine Unterstützung unserer Ansicht sehen, daß diese Epigonen des Weichthierstammes mit der Zeit gehende Fortschrittler sind, keine Ueberbleibsel, die nicht mehr ganz in die Zeit gehörten. Man darf in ihnen vielleicht einen höchsten Ausdruck sehen, wie ihn das Meer an sich, dem thierischen Leben zu geben vermochte, denn in den meisten Beziehungen scheinen sie den Fischen überlegen zu sein. Schon die vielseitige Gliederung des Körpers giebt ihnen einen Vorzug. Ueber die geistigen Fähigkeiten ist es schwer, ein Urtheil zu gewinnen, aber die Ansichten der Alten, die den Achtfuß und die Sepien für ausnahmsweise schlaue Thiere, für die Füchse des Meeres hielten, haben sich in gar manchen Beziehungen bewahrheitet. Diese für das Thier sehr ehrenvolle Meinungen gründeten sich wohl namentlich auf seine Gewohnheit, im Trüben zu fischen, oder sich bei der Verfolgung in dunkle, aus seinem Tintenbeutel entleerte Wolken zu hüllen, ein freilich ziemlich alter Kunstgriff, den bereits frühe Vorfahren ausprobirt hatten. Wenigstens findet man bei ihnen bereits eine Tintenblase und gerade wie Cuvier mit der Sepia eben zerlegter Tintenfische ihre neu beobachteten lebenden Formen getuscht hat, konnte Buckland die Gestalt einiger vorweltlichen Formen mit ihrer vorweltlichen Sepia ausführen. Aber wir wissen, daß dieser Kniff schon den muthmaßlichen Vorfahren der Kopffüßler geläufig war, obwohl sich in der Ausbildung eines besonderen Tintenbeutels entschieden ein Fortschritt gegenüber der das Wasser trübenden Hautausscheidung der Flossenfüßler ausspricht.

Wenn die Neuzeit uns Fische kennen gelehrt hat, die unterstützt von fingerförmigen Flossen künstliche Nester aus Meertangen bauen, so kommt doch kein Kunstprodukt der Naturwesen an vollendeter Schönheit dem Nachenbau gleich, welchen das Weibchen des Papier-Nautilus (Fig. 180) mit Hülfe zweier segelförmig verbreiteter Arme anfertigt. Es ist freilich nur halb und halb Kunstarbeit, eine vielleicht in mancher Beziehung beeinflußte Ausschwitzung der beiden Armausbreitungen, aber schon das Hineinschlüpfen in dieses nirgends mit dem Körper verwachsene Boot, das Ausbessern der schadhaften Wandung mit jenen Organen, welches durch Madame Power sicher beobachtet wurde, fordern unsern höchsten Respekt heraus. Beim Schwimmen werden aber diese beiden Schaufelarme wie die andern zum Rudern gebraucht, nicht als

Segel, wie man früher glaubte, und unser Bild darstellt. Von dem Fortpflanzungswege der vollkommensten Kopffüßler, zu denen unsre Argo und die achtfüßigen Seespinnen gehören, hat man mit Recht gesagt, es sei die keuscheste Form dieses Vorganges, welche die Natur zu erfinden vermocht habe. Der eine verlängerte Arm des Männchens bildet sich nämlich zum Geschlechtsorgan aus und kann von dem Körper getrennt fortleben und die Befruchtung vollziehen, weshalb man ihn früher für ein besonderes Thier gehalten hat, welches man Hectocotylus nannte. Der Reichthum des Innenlebens spiegelt sich wie beim Chamäleon im Wechsel mannichfacher Hautfarben, die ihm außerdem seinen Verfolgern wie seiner Beute gegenüber zur besseren Verbergung dienen (S. Seite 239), und das große Auge des in seinem Elemente so furchtbaren, außerhalb desselben ohnmächtigen Thieres strahlt dem Fischer mit einem höchlichst unheimlichen Glanze entgegen. Man hat in neuester Zeit die Aehnlichkeit dieses Sehorgans mit dem des Wirbelthierauges als einen Beweis gegen die Darwin'sche Theorie geltend zu machen gesucht, indem man anführte, daß in zwei so durchaus unabhängig entwickelten Thierstämmen eine blinde Naturkraft nicht zweimal ein so völlig übereinstimmendes Organ hätte erzeugen können. Darauf wäre zu erwiedern, daß die schöpferische Naturkraft in beiden Fällen dieselbe gewesen ist, und daß das Wirbelthierauge vom Lichtstrahl ebensowohl im Wasser erweckt wurde, wie das Weichthierauge. Die Bedingungen, unter denen auf der Haut der Urthiere erst ein Farbenfleck, dann ein durchsichtiger Glaskörper und endlich eine Linse mit Netzhaut dahinter hervorgebracht wurde, waren also dieselben, und es wäre eher zu verwundern, daß im Insektenreiche von Anfang an ein anderer Weg eingeschlagen und beibehalten wurde. Man nennt solche Organe semantische, und sieht in ihnen die Ergebnisse „convergenter Züchtung", wie z. B. die meisten Wasserthiere flossenartige Anhängsel bekommen, und gleiche Lebensverhältnisse mit gleichen Bedürfnissen gleiche Formen in den verschiedensten Regionen der Lebewesen ohne Voraussetzung innerer Verwandtschaft hervorbringen mußten. Wir begegnen in allen Thierklassen solcher durch ähnliche

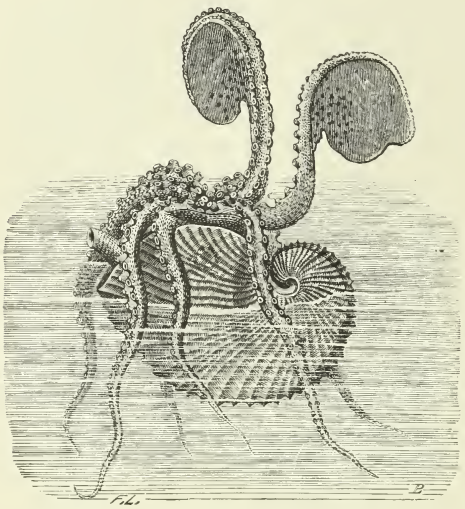


Fig. 180.
Argonauta Argo.

Lebensbedingungen hervorgebrachter Form-Annäherungen, die mitunter den ganzen Körperbau betreffen, wie z. B. die Uebereinstimmungen fliegender Eidechsen der Sekundärzeit mit Vögeln, oder diejenigen ausgestorbener Raubreptile mit Raubsäugern, deren eigenthümliches Gebiß sie gleichsam vorwegnahmen. Trat diese denselben Zielen zutreibende, convergente Züchtung bei näher verwandten Thieren, z. B. bei zwei Weichthieren in Wirksamkeit, so kann es unter Umständen sehr schwer werden, die dadurch hervorgebrachte Aehnlichkeit von einer wirklichen Blutsverwandtschaft zu unterscheiden. Im Uebrigen ist die Analogie zwischen dem Auge der höchsten Weichthiere und dem der Wirbelthiere, welche uns zu diesen Bemerkungen Anlaß gab, keineswegs eine so vollkommene, wie Mivard geglaubt hat, als er darauf seine Einwürfe gegen die Darwin'sche Theorie begründete, es finden sich vielmehr sehr bedeutsame Bildungsunterschiede, welche die typischen Trennungsmerkmale dieser beiden Stämme auch in der Bildung der Augen ausdrücken.

X.

Die Chinesen der Thierwelt.

(Gliederfüßler.)

(Schaun wir durch der Forschung Fenster)
In das alte Schattenreich,
Sehen wir da statt Gespenster
Wesen, die den jetz'gen gleich;
Sehen nicht des Pluto Schrecken,
Sphinxe und Harpyenbrut,
Nicht Chimären Flammen lecken,
In der Hölle Feuergluth.

In dem Rasen zirpen Grillen,
Die Cicade singt im Hain,
Heimchen ihre Lieder schrillen
An dem sonn'gen, trocknen Rain!
Diese kleinen Musikanten
Spielen auf an Seeesstrand,
Rufen fröhlich den Verwandten
Durch das menschenlose Land.

Nein! in diesen stillen Räumen,
Wo man sich den Orkus denkt,
Sehn wir tausend Wesen träumen,
Tief in ew'gen Schlaf versenkt.
Haben einst die Welt genossen,
Unter'm blauen Himmelszelt.
Jetzt sind sie in Fels verschlossen
In der schwarzen Unterwelt.

Oswald Heer.

Das Volk der Gliederfüßler oder Arthropoden, welches an Artenzahl alle übrigen Klassen des Thierreiches übertrifft, hat von den Ringelwürmern (Anneliden), unter denen wir seine Ahnen zu suchen haben, den in mehr oder weniger Querstücke mit fast selbstständiger Verwaltung gesonderten Wurmkörper und das jene Unterabtheilungen zu einer höhern Einheit verschmelzende Bauchmark geerbt, welches letztere sie von dem, einen verwandten Ursprung und eine ähnliche Quertheilung besitzenden Kreise der Rückenmarks- oder Wirbelthiere am durchgreifendsten unterscheidet. Die vielen Tausende hierher gehöriger Thierarten, mögen wir sie nun als Krebse, Spinnen oder Insekten im engeren Sinne bezeichnen, kommen, trotz der Mannigfaltigkeit ihres äußern Aussehens, immer wieder auf denselben Grundplan zurück, gerade als wenn man das unzählige Nationalitäten vorführende Gewühl eines Familien-Maskenballes nach der Demaskirung als engen Familienkreis erkennt. Wir haben (S. 181) gesehen, daß unter den Gliedstücken der Ringelwürmer jedem einzelnen seine eigenen seitlichen Bewegungs-Organe zukommen,

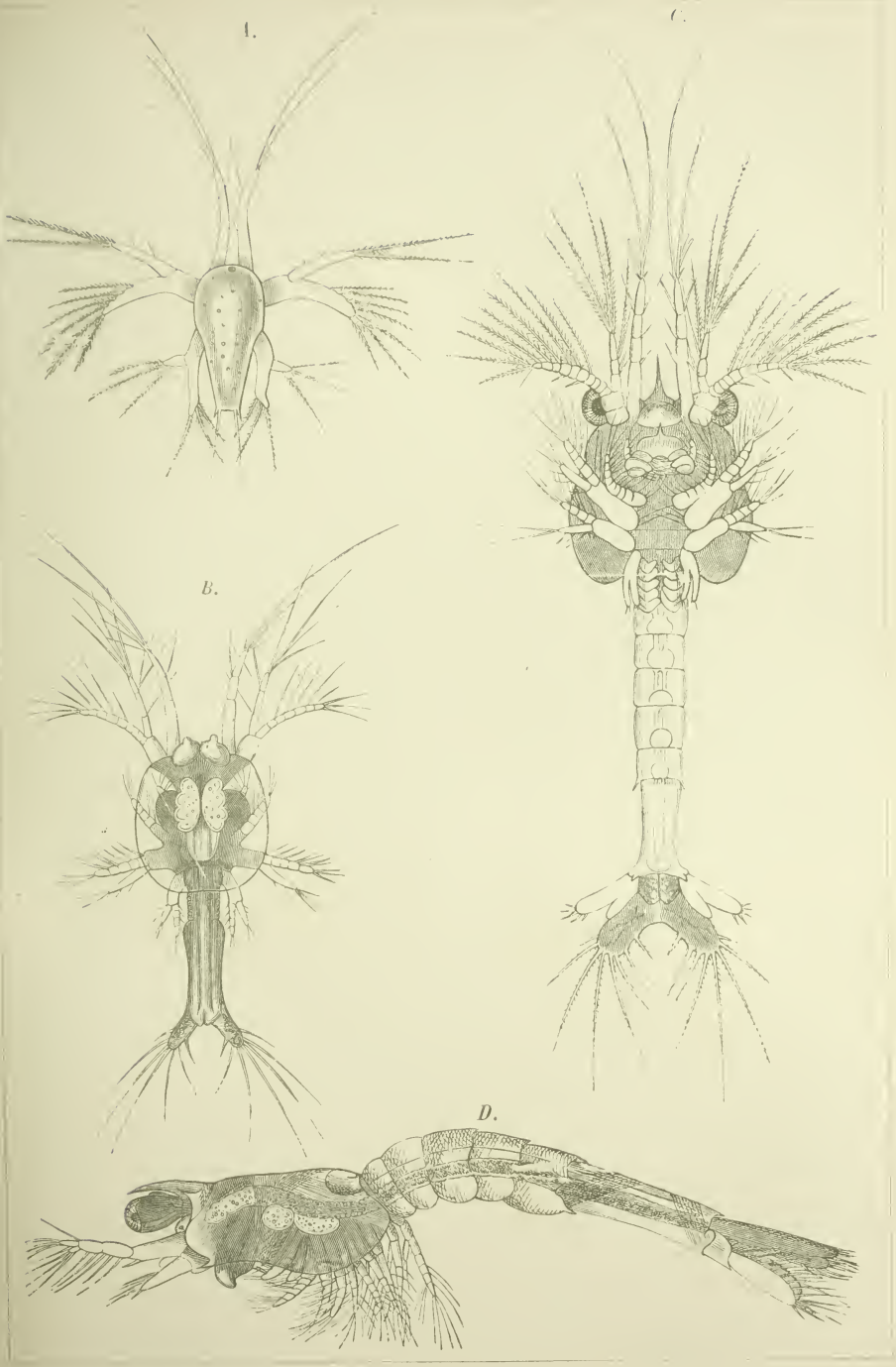
ebensogut wie es seine eigenen Magensäcke, Gehirne und Fortpflanzungsorgane besitzt. Die damit ursprünglich gegebene, in vielen Krebsthiere erhaltene Vielfüßigkeit der Stammeltern erhielt sich unter den vollendeten Insekten nur noch bei den sogenannten Tausendfüßen, während bei fast allen übrigen Insekten eine Beschränkung der Glieder- und Fußzahl eingetreten war. Man kann sich denken, daß dem mit so zahlreichen Füßen kriechenden Wurmkörper zunächst die hintersten durch Nichtgebrauch verkümmerten, das Ahnenthier erhielt einen Hinterleib oder Schwanz dadurch, daß die hintersten Ringel ihre Bewegungsorgane verloren. An den vordersten, dem Kopfende nächsten Ringeln fand dagegen eine Umbildung der Füße zu Kiefern, Fühlern und Freßzangen, die zum Ergreifen der Nahrung dienen konnten, statt, nur die Bruſtringel behielten ihre Füße unveränderlich als Bewegungs-Organe, und so vollzog sich die in dem äußern Skelet der meisten Insekten so deutlich ausgedrückte Trennung in Kopf-, Rumpf- und Hinterleibsringel, zu denen bei den Krebsen noch Schwanzringel kommen. Durch diese Trennung in Kopf-, Bruſt-, Hinterleibs- und Schwanz-Ringel mit gesonderten Lebensaufgaben wurde das Kettenthier, was in manchen Fällen (z. B. im Ringelwurm) gleichsam keine Mitte und kein Ende hat, erst wieder zu einem Einheitsthier von großer Zukunft. Aller weitere Fortschritt offenbart sich hinfort in einer Sonderverwendung der einzelnen Ringel und ihrer Seitenanhänge. Die mehr oder weniger weitgehende Verschmelzung von Kopf- und Bruſtringeln, die Umbildung der Füße in Zangen oder andere Greiforgane, die Ausgliederung derselben bringt eine wahre Unerschöpflichkeit der Formen trotz des im Allgemeinen sehr beständigen Grundrisses hervor.

Von einem nicht nur den Krebsen, sondern auch den übrigen Arthropoden gemeinsamen Urahn scheinen alle Angehörigen die Eigenthümlichkeit ererbt zu haben, ihren Gliederbau mit einem hornartigen, stickstoffhaltigen Panzerstoff (Chitin) der sich bei Wasserthieren durch Einlagerung von Kalktheilchen noch mehr verhärtet, einzuhüllen, und dadurch die Ausbildung eines inwendigen Skelets zur Stützung der Muskeln ganz unnöthig zu machen. Damit aber dieser Panzer die freie Beweglichkeit der Gliedmaßen nicht hindere, setzt er sich, wie der Stahlpanzer des Kriegers, meist aus einzelnen, durch Gelenke verbundenen Platten, Ringen und Schienen zusammen, welche die Gliederung des Körpers nach außen nur um so schärfer hervortreten lassen. An denjenigen Theilen freilich, die eine Gelenkigkeit nicht erforderten, oder wo auch die Weichtheile, d. h. die einzelnen Leibesringel, zu einem zusammenhängenden Kopf- oder Bruſttheil verschmolzen, deckte auch wohl ein dem Helm und Bruſtharnisch der Ritter vergleichbares, zu einem Stücke verschmolzenes Kopf- und Bruſtschild mehrere Querstücke auf einmal.

Diese Wappnung aller Gliedfüßler gemahnt anscheinend immer noch an das Meer, ihre Urheimath, in welchem die meisten Bewohner wegen des immerwährenden Kampfes Aller gegen Alle eine Schale, einen äußern Panzer,

oder wenigstens ein Schuppenkleid ausbilden. Naturgemäß müssen wir die meerbewohnenden Gliederfüßler, die Crustaceen oder Krebse als die Patriarchen ihres Stammes betrachten, da die übrige Sippschaft erst nach der Ausbildung einer Festlandsflora auftreten konnte. Es sind die geharnischten Nachkommen einer eisernen Urzeit. Die Krebse bieten eine größere Mannigfaltigkeit einschneidend ungleicher Formen, als das ganze übrige Gliederfüßlerreich zusammen genommen; der Grundriß war bei ihnen noch nicht fest umgrenzt, sondern schwankte in weiten Umrissen. Die Zahl der Ringe und Füße, bei denen Anpassung an verschiedene Lebensweise alle möglichen Abänderungen hervorgebracht haben, ist bei den Krebsen noch in keiner Weise fixirt, während die große Mehrzahl aller Insekten bekanntlich sechs Füße und auch ziemlich gleichmäßige Ringelzahlen aufweist. Auch dienen den Krebsen die Füße nicht ausschließlich als Bewegungsorgane, sondern sie werden als Freßwerkzeuge, Kiementräger, Eierhalter, und zu vielen andern Zwecken benützt, ja einzelne Krebse haben mit Augen versehene Beine.

Unter dem Schwarm mikroskopischer und fast mikroskopischer Thiere, die sich an der Oberfläche des Meeres umhertummeln, erkennt das geschärfte Auge des Forschers leicht eine Familie kleiner Sechsfüßler, die sich durch eine eigenthümlich zitternde Bewegungsart von ihrer Gesellschaft unterscheidet. Es sind junge Krebslarven, die der dänische Zoologe O. F. Müller für Arten einer besonderen Thiergattung hielt und Nauplius nannte, von denen man aber nunmehr weiß, daß sie sich trotz ihrer gegenseitigen Aehnlichkeit zu sehr verschiedenen Arten des vielgestaltigen Krebsthierreiches umbilden können. Betrachten wir zur vorläufigen Orientirung, diese Entwicklung bei einem Krebse, aus hochstehender Familie, einer See-Garneele, welche der deutsche Naturforscher Fritz Müller zu Desterro beobachtet hat, so finden wir, daß der noch panzerlose Nauplius dieser Garneele (Tafel VII. A) wie alle seine Genossen, drei Beinpaare besitzt, einen von schildförmiger Kappe überwölbten Mund ohne alle Kauwerkzeuge daran, und auf der Stirn ein einfaches unpaares Auge, in den meisten dieser Kennzeichen an eine Gruppe niederer mikroskopischer Krebsthiere erinnernd, die man zu den Ordnungen der Blattfüßler, oder Branchiopoden und Ruderfüßler (Copepoden) rechnet, und wegen dieses einfachen Auges Cyclops, Polyphem u. s. w. getauft hat. Aber diese Larve verhält sich ähnlich wie der sogenannte Kopf (Skolex) gewisser Eingeweidewürmer, indem hinten neue Abschnitte mit neuen Beinpaaren hervorsprossen, wodurch eine Larvenform entsteht, die man früher ebenfalls für eine besondere Thiergattung (Zoëa, Tafel VII. B.) hielt, bis Vaughan Thompson ihre Bedeutung als Durchgangsform höherer Krebse erkannte. In ihrer ganzen Gestalt gleicht sie noch immer gewissen Branchiopoden und Copepoden so sehr, daß man in diesen niederen Krebsthieren wenig veränderte Nachbilder der Stammformen des Geschlechts erkennen möchte. Der Nauplius ist nun, so zu sagen, der Kopf der Zoëa, seine noch immer als Bewegungsorgane dienen-



Entwicklung einer Seegarneele (Peneus).

A. Nauplius. *B. C.* Zoëa-Formen. *D.* Mysis-Form. Nach Fritz Müller.

den vordern Beinpaare, schicken sich erst an, die Fühler und Taster des angehenden Krebses zu werden, das letzte Beinpaar hat sich in ein paar Kiefer verwandelt. Dafür ist, wie gesagt, ein Mittelstück mit vier neuen Beinpaaren hervorgesproßt, und in diesem Zustande würde sich das Thier einem Insekt mit Kopf, Mittelstück und Hinterleib vergleichen lassen. Aber bei dem Krebsthier ist die Gliedersprossung damit nicht abgeschlossen. In einem etwas älteren Zoëa-Stadium (Taf. VII C) schicken sich auch die Mittelbeine der vorigen Larve an, Freßwerkzeuge zu werden, während hinten neue Querstücke mit Spaltfüßen hervorsprossen, die nun im Allgemeinen den Charakter der Füße behalten. Gleichzeitig sind am Grunde der noch immer als Hauptbewegungsorgane dienenden späteren Fühler die beiden Augen und zwischen ihnen der bei allen Zoëa-Arten sehr auffallende Oberlippenstachel hervorgekommen. In dem folgenden Stadium, der ebenfalls durch fertige Krebsthiere vertretenen Mysis oder Spaltfüßler- (Schizopoden-) Larve (Taf. VII D) bereitet sich dann die letzte Wandlung vor, die zu der Gestalt der vollendeten Garneele — einem Flußkrebs en miniature zu vergleichen — führt. Der Schwanz ist zum Springschwanz geworden, und die damit von der Thätigkeit als Ruderer enthobenen vordern Beinpaare haben sich zu Fühlern ausgebildet. Das innerste Paar hat sogar in seinem untern Theile die Gehörswerkzeuge aufgenommen, in denen, wie bei den Muscheln Kalksteinchen als Gehörsteine dienen, und die, wenn sie verloren gegangen sind, auch durch andere Steine ersetzt werden können, wie einst Hensen bei einem Seekrebse sah, der sich die Ohren voll Kies stopfte. Was die übrigen Veränderungen anbelangt, so haben die den Kieferfüßen folgenden drei vorderen Fußpaare Scheeren bekommen, die folgenden sich zu Kriechfüßen umgebildet, das Cyclopenauge und der Lippenstachel sind verschwunden, der höhere Krebs ist nach mancherlei Sprossungen, Umkleidungen und Häutungen fertig.

Da nun die Nauplius-Form, wie wir bald sehen werden, in der Entwicklung vieler später höchst unähnlicher Krebsthiere wiederkehrt, und auch sehr viele von ihnen das Zoëa- und Mysis-Stadium unverkennbar durchlaufen, so hat man gute Gründe, in denselben durch die Zeit nachgedunkelte Portraits der Erzväter des Stammes zu sehen, zumal ja noch verschiedene Ebenbilder derselben, in den niedern Abtheilungen des Krebsreiches namentlich unter den Ruderfüßlern (Copepoden) und Blatt- oder Kiemenfüßlern (Phyllo- oder Branchiopoden) umher krebsen. Unter den ersteren giebt es einäugige Naupliusformen, die noch keine anderen Füße als die drei Paare des Nauplius haben, deren Mund demnach ohne Kau- und Greifwerkzeuge ist. Sehr lehrreich für die weitere Vermehrung der Naupliusfüße ist das Verhalten der Blatt- oder Kiemenfüßer (Branchiopoden), bei denen oft mehr als fünfzig unter sich gleiche Fußpaare nachsprossen, sich blattartig verbreitern und als Kiemen dienen (Fig. 181). Wir müssen bei ihnen, schon wegen ihrer historischen Stellung in der Geschichte des Krebsthierreiches, einen

Augenblick verweilen. Sie sind nämlich unter den heute lebenden Krebsthieren wahrscheinlich die nächsten Seitenstücke der vielgenannten, schon in der Primärzeit ausgestorbenen Trilobiten, und zeigen noch heute manche Eigenthümlichkeiten dieser Urkrebse. So unter andern diejenige ihrer großen Formen-Wandelbarkeit. An der in Fig. 181 abgebildeten Artemia salina, die sowohl in Salzquellen als im Meere lebt, und nebenbei bemerkt, einen Haupt-Antheil an der Bildung der Meerschaum-Massen an der cyprischen Küste nimmt, aus welchen der Mythe nach die Venus emporstieg, hat in neuerer Zeit Schmankewitsch höchst merkwürdige Veränderungen der Körperform beobachtet, je nachdem der Salzgehalt des Wassers, in welchem sie lebt, allmälig vermehrt oder vermindert wurde. Im ersteren Falle verlor sie alle Schwanzlappen und Schwanzborsten und ging in eine kleinere Form über, die früher als besondere Art (A. Mühlhausenii) beschrieben worden ist, und ihre Nachkommen ließen sich durch allmälige Verminderung des Salzgehaltes wieder in A. salina, ja schließlich in eine ganz neue Form überführen. Es ist dies eines der wenigen Beispiele von Thierumwandlungen, bei denen man die wirkende Ursache — hier den Salzgehalt — so genau bestimmen konnte.

Fig. 181.
a b Männchen und Weibchen eines Kiemenfußes (Branchipus Grubei) 1/1. c Männchen des Salzkrebschen (Artemia salina). Vergrößert.

Eine ähnliche Biegsamkeit der Form glaubt man bei den durch unzählige Funde ihrer Rückenschilde bekannten Dreilapp-Krebsen (Trilobiten) der Primärzeit wahrzunehmen, die wahrscheinlich einen sehr eigenartig umgestalteten Zweig der Kiemenfüßler darstellten, bereits in der cambrischen Formation einen ansehnlichen Procentsatz der gesammten Thierwelt ausmachten, in den silurischen Meeren aber in Hunderten von Arten vertreten waren. Man nennt sie häufig Urkrebse, obwohl sie nur einen zur Herrschaft gekommenen Seitenzweig unter den verschiedenen Linien des Geschlechtes darstellen. Wer diese Thiere nicht in guten Versteinerungen gesehen hat, wird sich die beste Vorstellung machen, wenn er ihre Erscheinungen mit riesenhaften Kellerasseln vergleicht, mit denen viele der jüngeren Arten auch die Gewohnheit gemein hatten, sich im Tode kuglig zusammenzurollen (Fig. 182). Fallstaff hatte seinen Meister im Sichtodtstellen also vielleicht bereits auf den

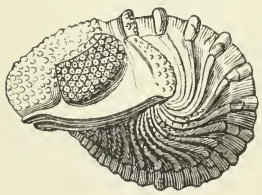


Fig. 182.
Phacops latifrons. Aus devonischem Kalkstein der Eifel.

ältesten Kampfplätzen der Welt. Die bei den Asseln, welche wir im Sommer beinahe unter jedem größeren Steine der Feldmark finden, kaum angedeutete Dreitheilung des Körpers, durch der Mittellinie parallel laufende Längsfalten, schneiden bei den Trilobiten tief ein, und theilen den ganzen Körper damit in die drei Lappen, welche ihnen den Namen gegeben. Ihre noch unvergessene Blutsverwandtschaft mit den die Quergliederung bis in's Unbestimmte fortsetzenden Gliederwürmern verrathen die Trilobiten alsbald durch die nicht nur bei verschiedenen Arten der Sippschaft, sondern sogar in den Alters-

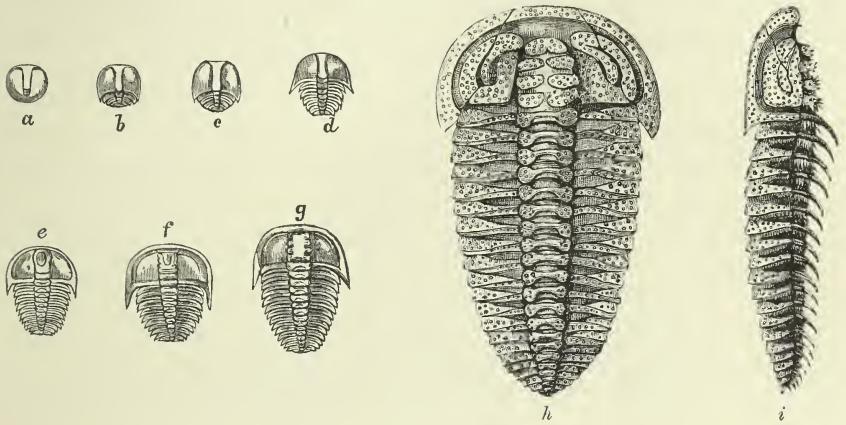


Fig. 183.
Sao hirsuta aus dem untersiluriſchen System Böhmens. a Erstes Entwicklungsstadium (Vergrößerung $^6/_1$). b, c Zweites und drittes Stadium ($^5/_1$). d, e, f, g Weitere Stadien ($^3/_1$). h, i Das ausgewachsene Thier in Profil- und Seitenansicht (schwach vergrößert). Nach Barrande.

zuständen desselben Thieres wechselnde Zahl der Querstücke, die öfter, wie auch bei den heutigen Krebsen durch Nachsprossen zunahm. Von einem in den Silurschichten Böhmens häufig vorkommenden, kleinen Trilobiten (Sao hirsuta, Fig. 183) kennt man der äußern Rücken-Ausprägung nach, die gesammte Entwicklungsgeschichte, wie wir sie sonst nur bei lebenden Thieren verfolgen können, und beobachtet dabei so durchaus unähnliche Gestalten, daß man ganz verschiedene Thiere vor sich zu haben meinen würde, wenn nicht die Zwischenstufen deutlich vorhanden wären. Man sieht daran, wie beim ersten Stadium (a) noch gar keine deutliche Grenze zwischen Kopfschild und Rumpf und keine Spur von Segmentbildung vorhanden war, wie dann die Zahl der Segmente sich in ähnlicher Weise, wie wir es oben bei den Larven jetztlebender Krebse gesehen haben, allmälig vermehrte, bis die Endzahl erreicht war. Bei der in Rede stehenden Art sind zuletzt regelmäßig siebzehn Segmente vorhanden, während andre Arten zum Theil beträchtlich weniger, oder beträchtlich mehr Segmente ausbilden, deren Zahl bei derselben Art (im ausgewachsenen Zustande) so beständig ist, daß sie unter den Artkennzeichen eine Stelle einnimmt.

Da bei vielen Trilobiten solche Larvenformen erhalten sind, so hat man darnach auch ontogenetische Schlüsse ziehen können, eine Möglichkeit, die bei fossilen Thieren ein besonderes Interesse beanspruchen darf. So hat z. B. S. W. Ford aus den langdornigen Jugendformen der Arten des nordamerikanischen Trilobitengeschlechts Olenellus (Fig. 184_3) den sehr wahrscheinlichen Schluß ziehen können, daß sie die Nachkommen der in älteren europäischen Schichten vorkommenden Paradoxides-Arten (Fig. 184_2) vorstellen möchten, bei denen diese Dornen (oder sogenannten verlängerten Rippen) zeitlebens lang hervorragen, während sie bei der Weiterentwicklung der Olenellus-Arten bald zurückbleiben und den übrigen Rippen gleich werden.

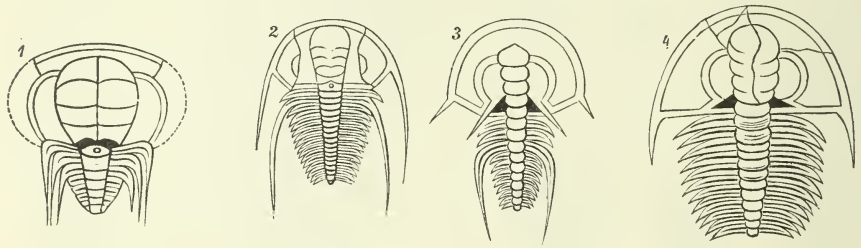


Fig. 184.
1 Hydrocephalus saturnoides ($^{16}/_1$). 2 Paradoxides spinosus ($^2/_1$). 3 Olenellus asaphoides, jüngere Larve ($^5/_1$). 4 Weiterentwickelte Larve desselben Trilobiten. (Schematisch.)

(Fig. 184_4.) Die Paradoxides-Arten leitet Ford aus analogen Gründen von den Wasserkopf-Trilobiten (Hydrocephalus Fig. 184_1) der ältesten böhmischen Primordialschichten ab, die ihren Namen dem Umstande verdanken, daß bei ihnen der Leib gegen das ungeheuer große Kopfschild fast verschwindet.

Die Trilobiten besaßen, wie Wallcott mit Hilfe einiger vortrefflich erhaltener Exemplare festgestellt hat, an jedem Brust- und Hinterleibsring ein Paar mit mannigfachen Kiemenanhängen versehener Füße, deren bei Calymene senaria sechsundzwanzig Paar gezählt werden konnten. In ihrer gesammten Organisation standen sie allem Anscheine nach zwischen den heutigen Branchiopoden und den Riesenkrebsen (Gigantostraken), unterscheiden sich aber unter anderm durch den Mangel der kleinen einfachen Nebenaugen, welche die Angehörigen dieser letzteren, alsbald näher zu betrachtenden Abtheilung der Urkrebse auf der Mitte ihres Kopfschildes zu tragen pflegen.

Die Gegner der Entwicklungslehre haben oftmals auf den angeblich höchst zusammengesetzten Körperbau dieser Urkrebse, welche gleich an der Schwelle der Schöpfung und scheinbar ohne Vorbereitung in reicher Mannigfaltigkeit auftraten, hingewiesen, um daraus Beweise gegen die Annahme einer allmäligen Entwicklung der Thierwelt aus niedern Formen herzuleiten. Allein erstens können wir ja durchaus nicht wissen, wie zahlreiche Vorstufen auch diese Ur-

krebse in jenen ungeheuren Zeiträumen gehabt haben mögen, welche man die azoischen nennt, weil man keine Thierreste in ihren Schichten findet, und zweitens wäre noch zu beweisen, daß diese oft bis zur Länge eines Fußes vorkommenden Trilobiten der Urmeere in ihrer Organisation wirklich besonders hoch über die Ringelwürmer hinausgeragt haben. Im Gegentheil läßt die Unbestimmtheit der Zahl ihrer Brustringe, uns deutlich einen ganz unfertigen Typus erkennen, eine flüssige Form, die noch in ihrer Fixirung begriffen ist. Wir dürfen daher auf keine besonders vorgeschrittene Arbeitstheilung bei den einzelnen Gliedmaßen schließen, von denen sich die vordersten noch nicht zu Fühlern oder Kiefern umgebildet hatten, wie bei allen höherstehenden Krebsthieren. Insbesondere haben die „höchst vollkommnen Augen" der Trilobiten, welche zuweilen ebenso wie bei andern, heut lebenden Krustern gestielt waren und zu beiden Seiten das aus einem Stücke bestehende Kopfschild durchbrachen, die Aufmerksamkeit der Zweckmäßigkeitssucher in der Schöpfung auf sich gezogen. Sie haben sich aber nur durch die zuweilen auffallende Größe der Sehorgane der Trilobiten verführen lassen, diese Glotz-Augen (vergl. Fig. 182) auch für auffallend vollkommene Organe zu halten.

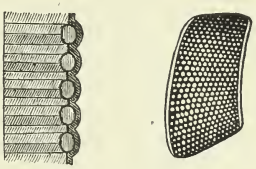


Fig. 185.
a Auge von Dalmanites Hausmanni, b von Asaphus im Durchschnitt vergrößert.

Es sind aus zahlreichen, dicht an einander gedrängten einfachen Augen zusammengesetzte, sogenannte facettirte Augen (Fig. 185), wie wir sie als durch Erbschaft am ersten verständliche Stamm-Eigenthümlichkeit bei fast allen späteren Gliederfüßlern finden, und deren zusammengesetzten Bau wir mit den geringsten Hilfsmitteln bei den glotzäugigen großen Libellen unserer Gewässer erkennen können. Man darf diese eigenthümliche Augenbildung der Gliederfüßler vielleicht als eine gesetzmäßige Folge der Neigung ihrer Oberhaut zur Inkrustirung ansehen, da das Auge und alle Sinnesorgane, wie wir wissen, zu den Oberhautbildungen gehören. Ob ein solches zusammengesetztes Auge einige hundert Linsen mehr enthält, als ein anderes, bietet durchaus keinen Grund, es für vollkommner auszugeben, dagegen giebt es einen nicht zu verachtenden Fingerzeig für die Lebensweise der Trilobiten. Die vergleichende Naturforschung zeigt, daß Dämmerungs- und Nachtthiere größere Augen besitzen, als Tagthiere, um dem spärlichen Licht eine möglichst große Aufnahmefläche bereit zu halten. Die Lemuren unter den Säugethieren, die Eulen unter den Vögeln haben solche große Dämmerungsaugen und unsere eigene Pupille öffnet sich im Düsteren mehr als im Sonnenschein. Unter den Fischen und andern Seethieren hat man bemerkt, daß sie um so größere Augen haben, je mehr sie gewöhnt sind, in dämmernder Tiefe zu leben. Die Tiefseeforschungen unserer Zeit haben ein Krebsthier, das Wunderauge (Thaumops) an den Tag gebracht, bei welchem die Augen den vierten Theil der gesammten Körper-

oberfläche einnehmen. Geht man nun weiter, so findet man zur Begründung der Wahrheit, daß Augen und Licht sich gegenseitig bedingen, in völliger Dunkelheit, also z. B. in Erdhöhlen, auf dem in Nacht begrabenen Boden des Tiefmeeres u. s. w., die nächstverwandten Brüder sehender Tagthiere bis zur gänzlichen Vernichtung der Augen erblindet. Bei einem blinden Grottenkrebs (Troglocaris Schmidtii) sind nur die ganz jungen Thiere mit den sehenden Augen der im Lichte lebenden Ahnen versehen, bei den ältern sind die Augen, weil unnütz, verkümmert, und nur die Stiele derselben sind wie Fernrohre, die ihrer Gläser beraubt sind, übrig geblieben. Das heißt mit andern Worten: die Dunkelheit vernichtet das Auge ebenso, und auf demselben Wege, auf welchem das Licht diesen Sinn erweckte und seine Ausbildung förderte. Unter den Trilobiten trifft man ebenfalls neben den erwähnten großäugigen Arten völlig augenlose.

Das läßt zwei Erklärungen zu: entweder waren die Trilobiten insgesammt Thiere der Tiefe, welche sich vielleicht von den dort angesammelten Leichnamen des Meers ernährten und zuweilen in solchen Tiefen lebten, daß ihnen die Sehorgane fast ganz entbehrlich wurden und sie ihnen in Folge des Nichtgebrauchs verkümmerten, oder ihr Zeitalter wäre im Allgemeinen ein finsteres gewesen, wie wir uns in geistiger Beziehung das Mittelalter vorstellen, und man hätte damals selbst in den obersten Schichten des Meeres ein großes Auge nöthig gehabt, um das spärliche Licht zu verwerthen. Da uns eine so allgemeine Dunkelheit für die Schöpfung eines „sonnenhaften Organes" überhaupt nicht geeignet erscheint, stellen wir sie uns lieber als Tiefseethiere vor, welche auf dem Grunde des Meeres um die herabfallende Beute kämpften und dort sozusagen die Gesundheits-Polizei ausübten. Vielleicht verführt uns aber zu dieser Vorstellung der Trilobiten als einer streitbaren Macht der Urmeere nur ihre glänzende Rüstung, welche schon den alten Rollenhagen veranlaßte, Astach, den Flußkrebs, zum Feldobersten im Froschmäuse-Krieg zu ernennen, oder die Neigung der Krabben in geordneten Zügen zu marschiren, und ihre bekannte Liebhaberei für den Hautgoût abgelagerten Fleisches.

Die Herrschaft der Trilobiten, welche sich ausbreiten konnte, so lange das Reich der Rückenthiere den Bauchthieren noch keine ebenbürtigen Gegner im Urmeere entgegenzustellen hatte, ist trotz der Unvollkommenheit ihrer Gliedmaßen doch die stolzeste Erinnerung in der Geschichte der Gliederthiere. Damals waren sie vielleicht die durch Rang und Zahl hervorragendsten Machthaber der Welt, aber es ging mit ihrer Herrschaft schnell zu Ende. Schon in den Meeren der Steinkohlenzeit suchen wir vergeblich nach jenem Reichthume an Krustenthieren, von dem die Silurmeere wimmelten.. Hier finden wir die ältesten Urkunden von der Vernichtung eines ganzen mächtigen Geschlechtes in der Natur, jenes geheimnißvollen Vorganges des Auslebens und Aussterbens, welcher selbst in den historischen Zeiten bereits manche

Thiere — wir erinnern an die Dronte und die Steller'sche Seekuh, den grimmen Schelch und den Biber — dahingerafft hat und dahinrafft. Aber hier ist es ein gesammtes großes Thiergeschlecht mit Hunderten von Arten und Millionen von Individuen, welches auf Nimmerwiedersehen vom Schauplatze abtritt. So weit zurück in der Erdgeschichte reicht der Beweis für den Satz, um welchen Pelagius zum Ketzer gemacht wurde, daß nämlich der Tod nicht erst durch Adam's Fall in die Welt gekommen ist. Schon in den devonischen Zeiten waren die Trilobiten in ihrer Machtstellung bedeutend heruntergekommen, in der Steinkohlenzeit finden sich nur noch einige betrübende Reste. Alle ihre Schlauheit, mit der sie durch Zusammenkugeln die weichern Theile den Angriffen der Feinde entzogen, half ihnen also nichts gegen die Macht des unwiderstehlichsten Gegners, der Zeit, und ihre Stunde schlug früh. Bis vor Kurzem hat man geglaubt, daß die Trilobiten nicht nur durch das Aussterben ihrer eigenen Sippschaft, sondern sogar durch Vernichtung aller Zwischenglieder und Uebergangsformen heute gänzlich unvermittelt im System dastünden, uns demnach ein ewiges Räthsel bleiben müßten. Allein in den winzigen Branchiopoden leben ihnen noch heute nahe Verwandte.

Die Erbschaft der Trilobiten übernahmen für eine kurze Zeit einigermaßen ähnlich gebildete Kruster, sogenannte Schildkrebse (Fig. 186), von denen noch einige wenige Nachkommen ansehnlicher Größe, die sogenannten Moluckenkrebse oder Pfeilschwänze (Fig. 188) leben, um es klar zu beweisen, daß auch sie noch ziemlich unvollkommen den Krebstypus vertreten haben. Die am Munde sitzenden Füße sind nämlich auch bei ihnen noch nicht in Freßwerkzeuge (Kiefern) umgebildet, sondern ihre stachlichen Hüften dienen zum Zerkleinern der Nahrung. Andrerseits zeigen sich in der Anatomie der Moluckenkrebse eine Anzahl Charaktere, die zu der Organisation der Skorpione hinüberführen, wie denn auch die Ausbildung eines einzigen Fühlerpaares, statt zweier, wie sie die andern Krebse zeigen, einen durchgreifenden Unterschied dieser gesammten Abtheilung der Urkrebse von den übrigen Krebsen anzudeuten scheint. Ray Lankester glaubt sich sogar durch die zahlreichen Uebereinstimmungen, die er im Muskel- und Nervensystem, im Bau der Augen u. s. w. bei Moluckenkrebsen einerseits und Skorpionen, sowie andere Spinnenthieren andrerseits aufgefunden hat, zu der Behauptung berechtigt, daß dieselben von den Krebsen überhaupt zu trennen und den Arachniden zuzurechnen seien, daß die Moluckenkrebse und ihre sogleich zu erwähnenden Verwandten im Wasser lebende Urspinnenthiere seien. Diese Auffassung kann aber nur insofern anerkannt werden, als man allerdings Krebs- und Spinnenthiere von gemeinsamen Ahnen abzuleiten hat, weshalb eben in den Urkrebsen noch ein gut Theil

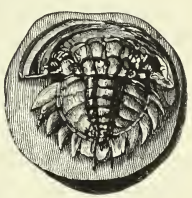


Fig. 186.
Limulus rotundatus aus den englischen Steinkohlenschichten.

von Spinnen-Charakteren mitenthalten waren, die den jüngern Krebsen verloren gegangen sind. Denn die Moluckenkrebse sind ebensowohl, wie es die Trilobiten waren, echte Blatt- oder Kiemenfüßler, und ihre Kiemenfüße liegen zu sieben Paaren unter dem Kiemendeckel f g verborgen. Ihre Larve ist wie Willemoes Suhm schon vor Jahren beobachtet hat, zuweilen ein echter Nauplius, und geht erst dann durch das von Packard und Dohrn beobachtete Stadium hindurch, in welchem sie in der Dreitheilung ihres Körpers (Fig. 187) sowie in manchen andern Eigenthümlichkeiten den Trilobiten gleicht. Sie ist dann eine Rückenschwimmerin, gleich vielen andern Blattfüßlern, und der Schwanzstachel, der dem erwachsenen Thier weniger zur Waffe, als zum Umwenden dient, wenn es auf den Rücken gefallen ist, zeigt sich dann erst kaum angedeutet. In der nächsten Larvenstufe verschwinden die Segmente des Schwanzschildes und bleiben blos noch auf der Mittelwulst angedeutet und dann entwickelt sich der Schwanzstachel. Dieselbe Abstammungslinie, die wir hier aus der Larven-Entwicklung erkennen, lehrt uns die Paläontologie, indem sie uns in einzelnen Belinuriden, wie namentlich in Belinurus regina und Prestwichia rotundata Urkrebse vorführt, die mit vollständig trilobitenartiger Gliederung den Schwanzstachel und andere Kennzeichen der Limuloiden verbanden. Der Beiname des noch heute lebenden Moluckenkrebses (Polyphemus) bezieht sich auf zwei, wie bei dem Kiemenfüßler Apus dicht zusammen liegende Rückenaugen, welche die Stelle des einfachen Nauplius-Auges einnehmen, und bei andern Blattfüßer-Arten wirklich in eins verschmolzen sind. Der Moluckenkrebs besitzt aber neben diesen fast zu einem einzigen verschmolzenen Rückenaugen zwei Seitenaugen, wie andere Blattfüßer, er steht also auf der Uebergangsstufe vom Nauplius zur Zoëa und zwar nicht nur in diesem Punkte allein, sondern noch in manchen andern. Auf eine recht merkwürdige Eigenthümlichkeit dieses Ueberbleibsels der Vorzeit haben F. Gotsch und J. P. Laws im vorigen Jahre aufmerksam gemacht, daß nämlich der Moluckenkrebs in seinem Blute nicht, wie die meisten heute lebenden Thiere, Eisen, sondern Kupfer in Verbindung mit Proteinstoffen enthält.

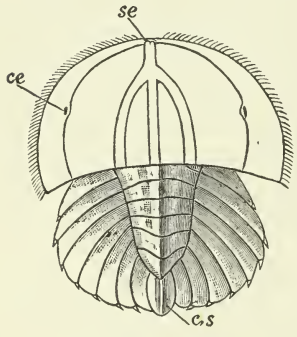


Fig. 187.
Larve des Moluckenkrebses im Trilobitenstadium. c s Schwanzstachel. c e Zusammengesetztes, s e einfaches Auge.

Als verwandte dieser Gruppe angehörige Thiere müssen auch die sogenannten Riesenkrebse erwähnt werden, von denen eine in der devonischen Zeit lebende Art, welche die schottischen Bergleute wegen ihrer vermeintlichen Engelsgestalt Seraphim (Fig. 189) nennen, die im Krebsreiche unerhörte und im gesammten Gliedfüßler-Reich nicht wieder erreichte Länge von 6—7 Fuß

besaßen. Aber trotz dieser Hünengestalt war die Umbildung der Gliedmaßen nur eine unvollkommene, wenn sich auch bei ihnen, mehr als bei den meisten Schildkrebsen, ein Unterschied von Greif- und Ruderfüßen ausgebildet hatte. Aber es kam damit nicht zu einer Fingerbildung wie bei den Wirbelthieren, sondern nur zur Ausbildung einer Scheere, die man mit einer im Fausthandschuh steckenden Hand vergleichen darf, bei der nur der Daumen frei beweglich ist. Bei dem skorpionartigen Seraphim waren diese Scheeren, wie auch bei späteren Krustern, mit Zähnen ausgestattet und es bildete sich damit also ein Unterschied zwischen vordern und hintern Bewegungsgliedmaßen heraus, denn in der Regel tragen nur ein oder einige der vordern Gliedmaßen-Paare Scheeren. Die damals mehr als ein Schock Arten umfassenden Riesenkrebse starben aber bereits sammt den Schildkrebsen bis auf wenige Ueberbleibsel mit den letzten Trilobiten zugleich aus, das Reich der Urkrebse war zu Ende. Denjenigen, welche sich nicht entschließen wollen, im Reiche der Krebsthiere einen Fortschritt anzuerkennen, sei an ihrem Grabe noch gesagt, daß von einer Umbildung der vordersten Gliedmaßen-Paare in Fühler, Kiefer und Freßwerkzeuge bei keinem Kruster bis in die Steinkohlenzeit hinein die Rede sein

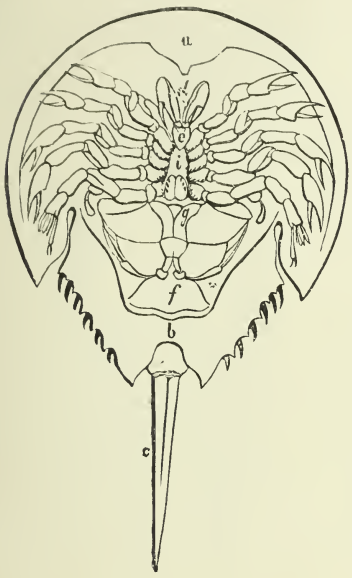


Fig. 188.
Moluckenkrebs (Limulus Polyphemus), Bauchseite 1/3. a Kopfbrustschild. b Bauchschild mit beweglichen Seitenstacheln. c Beweglicher Schwanzstachel. d Scheerenförmige Fühler der herzförmigen Oberlippe (e). i Kieferloser Mund mit fünf Paar Scheerenkiefern (Kaufüßen). f g Kiemendeckel.

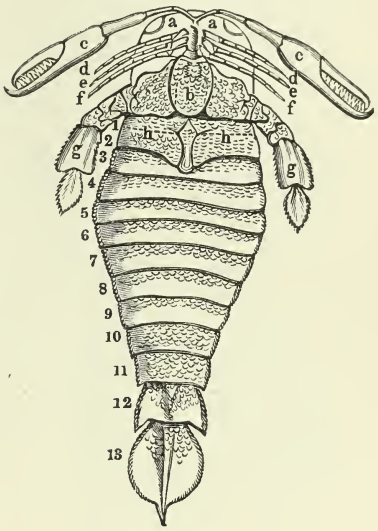


Fig. 189.
Restauration von Pterygotus anglicus (Bauchseite). a Augen. a Unterlippenplatte. c Scheerenfühler. d e f Kiefertaster. g Ruderfüße, deren Schenkel als Kaufüße dienten. h Genitalplatten. 1—13 Leibesringe.

kann, daß die Urkrebse mit einem Worte nur niedrig organisirte Wesen waren. Besonders deutlich ist dieses heut embryonale Verhältniß bei einer kleineren Art der ausgestorbenenen Riesenkrebse (Eurypterus remipes, Fig. 190) ausgeprägt. Sie verbanden mit dem Oberkörper eines Trilobiten den Schwanzstachel der Pfeilkrebse und bei ihnen erscheinen die sämmtlichen Anhänge des Kopfstückes noch völlig gleichgestaltet, ohne zu Fühlern, Kiefern

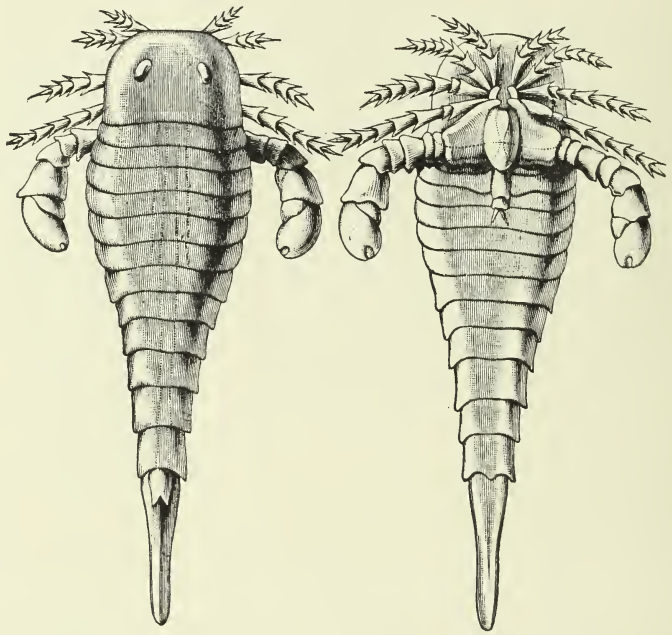


Fig. 190.
Eurypterus remipes aus dem Obersilur von Oesel. Obere und untere Ansicht in natürlicher Größe.

und Mundfüßen umgebildet zu sein, wie bei allen höhern Krebsen. Die Eurypterus-Arten besaßen außerdem ein kammartiges Organ, welches unmittelbar an die Kämme der Spinnen und Skorpione erinnert, weshalb man diese Thiere in neuerer Zeit auch für eine Sippschaft von wieder ins Wasser gegangenen Skorpionen hat ansehen wollen. Allein es dürfte jedenfalls einfacher sein, die Skorpionen von an's Land gegangenen Urkrebsen abzuleiten.

Was aber jenen großen Herren nicht gelungen ist, den vernichtenden Einflüssen des Daseinskampfes zu entrinnen, haben viele ihrer auf gleich niedriger Entwicklungsstufe stehende Brüder und Vettern, die winzigen Copepoden, Blatt- und Kiemenfüßer, welche die Klasse der einfacher organisirten Kleinkrebse (Entomostraken) unserer heutigen Lebewelt bilden, eben durch ihre Kleinheit geschützt, erreicht. Es ist dies eine unter den kleineren Thieren, die meist nur einer kurzen Entwicklungszeit und geringer Nahrung

bedürfen, allgemeine Erscheinung, unter ihnen giebt es viel mehr alte Arten, als unter den größeren. Manche dieser kleinen, heute unter ähnlicher Gestalt fortlebenden Krebsthiere, die mit einer muschelartigen Schale bedeckten Muschelkrebschen (Cypris-Arten), erfüllten bereits in den Zeiten der Trilobiten weite Schlammschichten, die jetzt zu festem Gestein, dem sogenannten Cypridinenschiefer erhärtet sind und mit ihnen lebten jedenfalls auch viele andere winzige Ranggenossen der Trilobiten, die aus Mangel einer festeren Schale keine Spuren zurückgelassen haben, aber wenig anders ausgesehen haben werden, wie unsre heutigen Copepoden und Branchiopoden (Fig. 181).

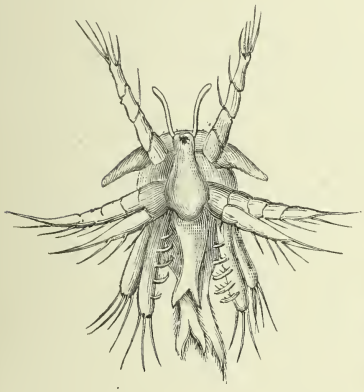


Fig. 191.
Nauplius eines Entenmuschelkrebses.

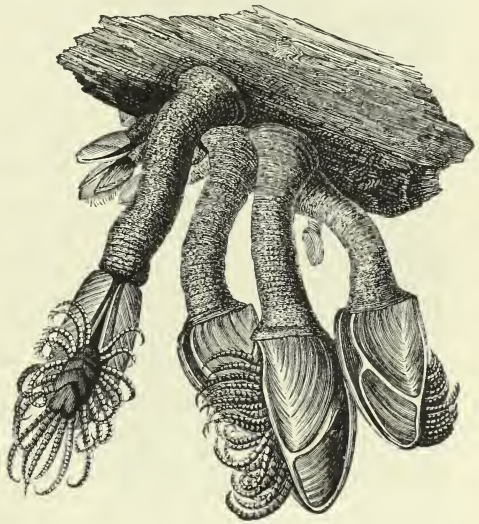


Fig. 192.
Entenmuschel Lepas anatifera.

In diesen niedern Regionen giebt es aber auch eine Reihe von Krebsthieren, die aus eigner Schuld auf eine tiefere Stufe hinabgesunken sind, als selbst die Urkrebse, die sogenannten Rankenfüßler, Fischläuse und Wurzelkrebse. Die Geschichte der ersteren, welche insbesondere von Darwin bearbeitet worden ist, läßt sich bis zur Jura-Zeit zurückverfolgen. Aber die Arten erzählen sie uns auch selber. Sie beginnen ihr Dasein, wie die übrigen Krebse, bei denen diese Larvenform nicht nachträglich unterdrückt wurde, indem sie ihre Entwicklung im Ei vollenden, oder dieselbe sonst abkürzen, als freischwimmender einäugiger Nauplius (Fig. 191). Nach mehreren Häutungen und Metamorphosen, bei denen das junge Thier auch durch das Stadium der eben erwähnten Muschelkrebschen (Cypridinenlarve) hindurchgeht, setzt sich das Thier fest, am liebsten an einem schwimmenden Gegenstande, sei es ein Stück Holz, Bimstein oder ein lebendes Thier, worauf es sich mit einer muschelartigen Schale umgiebt und sämmtliche bei der Larve schon zu

verschiedenen Organen umgebildete Fußpaare, wieder zu einfachen Fäden (Cirren), zurückverwandelt, die nun nur noch dazu dienen, um dem festgewachsenen Thiere Nahrung heranzuspülen (Fig. 192). So unähnlich ist das doch mit den übrigen Krebsthieren aus gleichen Anfängen hervorgegangene Thier seinen Verwandten geworden, daß nicht nur im gesammten Mittelalter die „Entenmuschel" für die Jugendform eines Vogels (der Bernickel-Gans) galt, sondern auch noch von Linné und selbst von Cuvier für ein Weichthier angesehen wurde. Einige andre Rankenfüßler, die sich auf lebenden Thieren festsetzen, und sich, wie man erzählt, derartig in den Körper der Wale theilen, daß die eine Art immer den Kopf, andere den Rücken, noch andere den Schwanztheil einnehmen, sind noch weiter auf der schiefen Ebene abwärts gegangen. Die Entenmuscheln und ihre näheren Verwandten sind doch nur Pfahlbürger geworden, die ihre Sinnesorgane und ihr Bischen Verstand daran gegeben haben; diese aber treiben Wurzeln, oft recht verzweigt, wie die Wurzel irgend einer Pflanze, in den Körper des Thieres, welches sie zu ihrem Wohnsitz erkoren haben, und ziehen mittelst dieses Geflechts ihre Nahrung aus demselben. (Fig. 193.) Ihre Jungen stehen als echte Nauplius-Larven unendlich über dem vollendeten Thiere, und haben — freilich nicht zu ihrer Ehre — erst die Erkenntniß ermöglicht, daß es sich hier nicht um ein Krebsgeschwür, sondern um einen lebendigen schmarotzenden Krebs handelt, der einem Schimmelpilze gleich, zahlreiche Wurzelfäden in das Fleisch eines lebenden Thieres getrieben. Der Wurzelkrebse gesammter Entwicklungsweg ist erst in neuester Zeit durch die Untersuchungen von G. Delage bekannt geworden. Darnach verwandelt sich die Nauplius larve zunächst in eine Cyprislarve mit doppelter Schale, die sich an einem Thier, zum Beispiel dem Haar einer jungen Krabbe festsetzt, einige Organe abstößt und innerhalb ihrer beiden Schalen in ein Thier mit einer scharfen Hohlspitze, der Kanüle einer Pravaz'schen Injektionsspritze ähnlich umwandelt. Diese Spitze senkt die Larve tief in den Körper des Wirths und durch sie wandert die zellige Masse ein, die sich dann innerhalb desselben in den eigentlichen Wurzelkrebs metamorphosirt, während der äußere Sack nur die Generationsorgane und junge Brut enthält. Doch wenden wir uns von diesen, für die Umwandlungs-

Fig. 193.
Sackwurzelkrebs $^4/_3$ und Nauplius eines solchen $^{200}/_1$. a Die Anheftungsstelle der Wurzeln. b Die Oeffnung, um die Eier zu entleeren.

lehre zwar sehr lehrreichen, aber sonst unholden Gestalten ab, um zu sehen, wie sich die höheren Krebse oder Malakostraken von den niedern (Entomostraken) ableiten.

Sie entwickelten sich allem Anscheine nach, erst nach Ablauf der Steinkohlenzeit aus einer Abtheilung der sogenannten Spaltfüßer oder Schizopoden, mit denen die in der Entwicklung der meisten im Wasser lebenden höhern Krebse vorkommende oben, (Tafel VII) abgebildete Mysisform die größte Analogie darbietet. Auch die der Entwicklung der Heuschreckenkrebse oder Langusten angehörigen, auf hoher See lebenden Phyllosomen (Fig. 194) mit fast blattartigem Körper deuten auf die kleine Gruppe der Spaltfüßer im engern Sinne als Ahnen zurück, obwohl die Spaltfüßigkeit eigentlich ein Kennzeichen der meisten niedern Krebse ist. Und zwar schließen sich an die Spaltfüßer nicht nur die stieläugigen Krebse durch das Mittelglied der Garneelen, sondern auch durch die Cumaceen die zum See- und Landungeziefer gehörenden Abtheilungen mit sitzenden, ungestielten Augen (Flohkrebse und Asseln) unmittelbar an, so daß also diese letzteren, Manchem vielleicht recht unebenbürtig erscheinenden Bewohner faulender Flüssigkeiten und unsauberer Winkel, denselben Ursprung haben, wie unsre in der Nahrungsswahl freilich auch nicht über alle Bedenken erhabenen, stieläugigen Delikatessen. Zu diesen stieläugigen höhern Krebsen, die man auch wohl als Zehnfüßer (Dekapoden) oder eigentliche Krebse bezeichnet, gehört als ältere Familie die der langschwänzigen Krebse, unter denen Flußkrebs, Garneele, Languste und Hummer allbekannt und geschätzt sind, und als jüngere, erst seit der Kreidezeit aufgetretene Familie, diejenige der Krabben oder kurzschwänzigen Krebse.

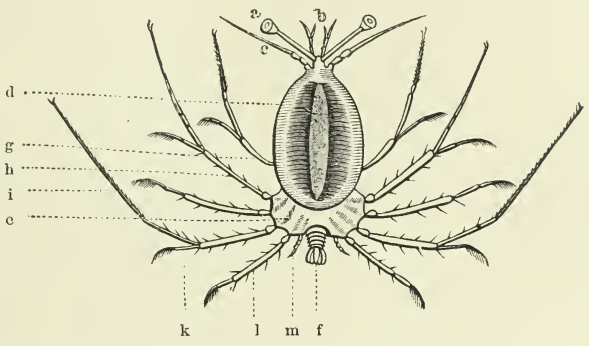


Fig. 194.
Phyllosoma. Larve einer Languste. a Gestielte Augen. b c Fühler d Kopfschild. e Brustschild. f Hinterleib. g—m Sechs Fußpaare.

Im umfangreichen Kreise der langschwänzigen Krebse treffen wir dann wieder die merkwürdigsten Anpassungen an besondre Lebensverhältnisse und Formwandlungen. Unter ihnen gehören die Paguriden oder Einsiedlerkrebse (Tafel VIII), die einen weichen Hinterleib mit flossenartigen Anhängseln zum Festhalten, und Platten am Rücken tragen, zu den entschiedensten Sonderlingen. Sie bergen rückwärts kriechend, den weichen Hinterleib in leeren Schneckenhäusern, mit denen sie umherkriechen, und sie gegen größere

umtauschen, wenn sie dem heranwachsenden Körper zu eng werden. Einzelne Arten gehen sogar ans Land, klettern im Gebirge umher und müssen dann die aus ihrer Heimath mitgebrachten Gehäuse von Seeschnecken mit solchen von größeren Lungenschnecken vertauschen. Durch diese Bergung in der gewundenen Schneckenschale gewinnt der Schwanz zuletzt eine unsymmetrische Form. In neuerer Zeit haben die Einsiedlerkrebse besonders die Aufmerksamkeit der Forscher erregt, durch den „Freundschaftsbund", den sie mit gewissen Seerosen schließen und der jedenfalls zu den merkwürdigsten Beispielen der Symbiose, des Zusammenlebens zweier ganz verschiedener Thiere, gehört. Der auf unserer Tafel links dargestellte Bernhardinerkrebs (Pagurus calidus) pflegt seine Wohnung, wenn irgend möglich, mit einer schönen Seerosen-Art (Adamsia Rondeletii) zu besetzen, ohne die er nicht leben mag. Denn sobald er ein ihm zu eng gewordenes Schneckenhaus verlassen und ein neues besser passendes gefunden hat, wandert er damit alsbald zu der alten Freundin hin und veranlaßt sie, auf sein neues Heim überzusiedeln. Man hat früher darin eine Art Schutzgewohnheit sehen wollen, und gemeint, der Krebs begebe sich unter den Schutz der Seerose, die wegen ihrer weit hervorschnellbaren Nesselorgane, und weil sie ihre Angreifer mit einem förmlichen Hagel von Giftpfeilen überschüttet, sehr gefürchtet ist. Allein man muß wohl richtiger an einen gegenseitigen Vortheil denken, denn die Aktinie genießt dafür ihrerseits den Vorzug, nicht gleich vielen ihrer Schwestern dauernd an derselben Stelle einer Klippe kleben zu müssen, denn sie wird nunmehr ihrer Beute entgegengeführt, und man hat mit dieser Ansicht im Einklange beobachten können, daß Einsiedlerkrebse, die ein solches Schutz- und Trutzbündniß geschlossen haben, dann auch ruhig zusehen, wenn der Polyp, so lange er dazu noch nicht zu hoch gewachsen ist, dem Krebse seinen Beuteantheil dreist vor dem Munde wegnimmt. Es verdient noch bemerkt zu werden, daß jede Bernhardinerart, die überhaupt einen solchen Gesellschafter aufnimmt, auch immer einen solchen von derselben Aktinien-Art wählt, während andre Arten ebenso regelmäßig ganz bestimmte andre Arten aufnehmen, so daß die Gesellschaftsfirma immer dieselbe bleibt. Die Genossen kennen sich eben und sind an einander gewöhnt.

Ueber die Art und Weise, wie sich solche der Art nützliche Gewohnheiten und Instinkte herausgebildet haben mögen, kann man nur Vermuthungen aufstellen. Wahrscheinlich gaben zufällige Ansiedlungen der Anemonen die Veranlassung dazu. Leichter kann man die Entstehung der Gewohnheit, den Schwanz in leeren Schalen zu bergen, verfolgen. Unter den zahlreichen höchst verschiedenartigen Paguriden, welche die Naturkundigen der nordamerikanischen Forschungsexpedition des „Blake" vor einigen Jahren aus der westindischen Tiefsee hervorgezogen, fand man auch solche, die ihren Hinterkörper regelmäßig in Löcher und Spalten verbergen, deren Eingang sie mit ihren Scheeren verschließen. Bei ihnen ist der Hinterleib noch regelmäßig

Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Paul Geifsler Kunstwerkstatt, Berlin

Maskirung bei Krebsthieren.

gebildet und mit harten Ringen besetzt. Bei Mixtopagurus sind von den sieben Ringen des Hinterleibs nur noch die letzten beiden groß und hart, die fünf ersten dagegen unvollkommen verkalkt, auch ist die Unregelmäßigkeit des Körpers schon angedeutet. Der Holz-Bernhardiner (Xylopagurus) bewohnt nur röhrenförmige Löcher hohler Aststücke und Rohrfragmente, aber diese Höhlen sind an beiden Enden offen, und der Einsiedler betritt seine Wohnung nicht nach der Gewohnheit seiner Mitbrüder mit dem Schwanz voran, sondern kriecht mit dem Kopfe voran hinein, und verschließt die vordere Oeffnung der Röhre mit seinen Scheeren, die hintere mit einem eigens dazu ausgebildeten Deckelschilde des Hinterleibs.

Die Krabben oder kurzschwänzigen Krebse bilden nach Ansicht aller Zoologen die Spitzen des Krebsreichs und damit stimmt gut überein, was man von ihren Instinkten, gesellschaftlichen Trieben u. s. w. erzählt. Auf Tafel VIII sind zwei Krabben dargestellt; in der Mitte eine sogenannte

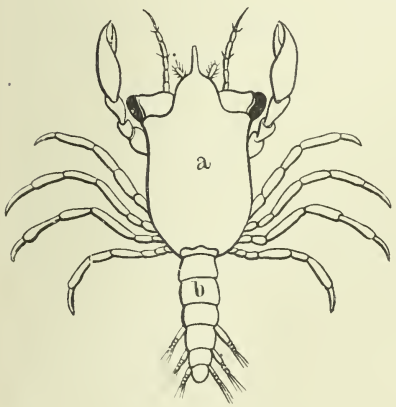


Fig. 195.
Megalops. Larve der gemeinen Strandkrabbe. a Kopfbruststück mit den großen Augen. b Der nach mehreren Häutungen bedeutend verkürzte Schwanz, welcher in der Folge noch weiter verloren geht.

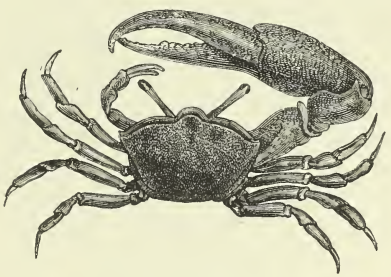


Fig. 196.
Ausgewachsenes Männchen der Winkerkrabbe (Gelasimus) mit einer kolossal entwickelten Scheere.

Meerspinne (Maja), welche Rücken und Beine dicht mit abgekniffenen Zweigen von Algen, Mooskorallen, Polypen u. s. w., die durch eigenthümliche Angelhaare daselbst festgehalten werden, besetzt, so daß sie sich durch diese Maskirung vor ihren zahlreichen Feinden verbergen, vielleicht auch, wie der wandelnde Wald von Birnam, ihre Opfer ungesehen beschleichen kann. Möbius beobachtete einen kleinen Taschenkrebs (Melia), der auf den Scheeren ein paar Aktinien trug. Andre Arten bedecken sich sofort mit den ersten besten Algenblättern, sobald man ihren Rücken entblößt. In ähnlicher Weise verbirgt sich die rechts davon dargestellte Wollkrabbe (Dromia) unter einem orangerothen Schwamm, der ihren Körper bisweilen völlig umwuchert. Einzelne Arten haben besondre „Rückenfüße", um solche verbergende Masken bequemer anzubringen oder festzuhalten. Ihren stark umgewandelten

Körperformen entsprechend, müssen die Krabben besonders zahlreiche Vorfahren-Zustände in ihrer Entwicklung durchlaufen, und ihre Jugendformen sind oft wegen der Unähnlichkeit des Baues als besondere Krebsarten beschrieben worden, während sie eben nur Nachbilder ihrer Vorfahren sind. Vor ihrer letzten Metamorphose bieten sie dann noch das Ansehen eines langschwänzigen Krebses (Fig. 195), aber ähnlich den höchsten Wirbelthieren, den menschenähnlichen Affen, werfen sie zuletzt diesen Schwanz, die auffallendste Erinnerung an ihren Wurm-Ursprung mehr oder weniger vollständig ab (Fig. 196) und suchen sich ganz spät noch dem Luftleben anzupassen, indem sie als lärmende Schwärme das Festland besuchen. Allein sie ermöglichen dies nicht durch eine Umwandlung der Kiemen in Luftathmungs-Organe, sondern behelfen sich, wie einige Fische, mit wassergefüllten Kiemensäcken, um die Athmungsorgane feucht zu erhalten.

Besser haben einige sitzäugige Krebsthiere, auch Ringelkrebse genannt, weil bei ihnen auch die vordern Querstücke (Ringel) des Körpers unverbunden bleiben, zu denen Flohkrebse und Asseln gehören, sich dem Luftleben anzupassen vermocht, indem sich in die Kiementheile Luftröhren erstrecken, die den mit der allgemeinen Hornhaut der Gliederfüßler ausgekleideten Athmungsröhren (Tracheen) der eigentlichen Luft-Insekten ziemlich nahe stehen. Ueberhaupt berühren sich einige der hierher gehörigen Spinnenkrebse und Asseln sehr nahe mit echten Spinnen und Tausendfüßen, so daß man wohl an eine entferntere Stammverwandtschaft glauben darf.

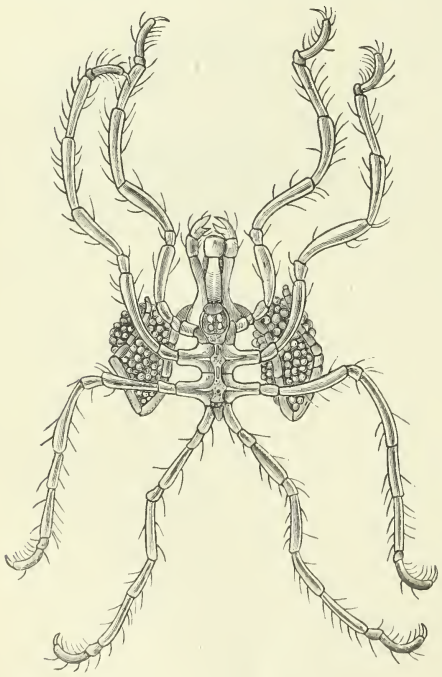


Fig. 197.
Pyknogonide.

Früher glaubte man eine wirkliche Uebergangsfamilie von den Krebsen zu den Spinnen in den sogenannten Krebsspinnen oder Pantopoden zu erkennen, namentlich in der Unterfamilie der Pyknogoniden (Fig. 197), spinnenartigen Meeresthieren mit harter Schale und engem Leib, weshalb der Magen zum Theil in den langen Beinen untergebracht ist, in die sich Blindsäcke desselben, oft bis zum vordersten Gliede erstrecken. Allein Dohrn und Höck haben in neuerer Zeit zu zeigen gesucht, daß sie weder mit den Krebsen

noch mit den Spinnen unmittelbar verwandt sind, vielmehr eine eigenartige Familie bilden, der man allerdings ihre Stellung wohl zwischen jenen anweisen wird müssen. Aehnlich wie bei manchen niedern Krebsen werden die Eiertrauben von den Alten bis zur Reife umhergetragen, und zwar sind es hier die Männchen, deren drittes Gliedmaßenpaar zu Eierhaltern umgebildet ist. Die vier der Fortbewegung dienenden hintern Gliedmaßen sind im Verhältniß zu dem winzigen Rumpfe riesig entwickelt und bei den neuen Tiefsee-Expeditionen des Talisman und Albatroß hat man Arten einer Pyknogoniden-Gattung (Colossendis) emporgezogen, deren Beine eine Fläche von über zwei Fußen umspannten, während der Rumpf kaum die Länge eines Zolles bei einer Breite von $^1/_8$ Zoll erreichte.

Die Spinnenthiere zeigen bei allen Abweichungen ihrer Organisation doch so viele Aehnlichkeiten mit den Krebsthieren, namentlich mit den Molucken- und Riesenkrebsen, daß man an eine spätere Trennung von einem gemeinsamen Grundstamm denken muß. So hat in neuerer Zeit Barrois in der Entwicklung der Spinnen ein Stadium nachgewiesen, welches er wegen der Formähnlichkeiten geradezu das Limulus-Stadium (Fig. 200) nennt. Den Insekten gegenüber haben sie mit den Krebsen die häufige Verschmelzung von Kopf- und Brustttheil, sowie die Flügellosigkeit gemein, auch ihr Athmungssystem steht oftmals zwischen demjenigen der Landasseln und der echten Röhren-Athmer (Tracheaten) gleichsam in der Mitte, indem die Röhren nicht den ganzen Körper durchziehen, sondern sich auf ein paar seitliche Säcke (sogenannte Lungen) beschränken. Es mangeln ihnen außerdem die Fühler und die großen Augen. Von den Insekten unterscheiden sie sich durch ein viertes Beinpaar, welches sich aber bei genauerer Betrachtung als ein umgewandeltes Kieferpaar zu erkennen giebt. Die Spinnen geben einen schlagenden Beweis von der Wahrheit der gemeinsame Ursprünge voraussetzenden Abstammungslehre dadurch, daß die Unterschiede sich am kleinsten erweisen, bei den ältesten Spinnen, von denen sich bereits Spuren aus der Silur- und Devonzeit erhalten haben. Diese ältesten Spinnen gehören nämlich zu den wegen ihres Giftes gefürchteten echten Skorpionen und Skorpions- oder Schattenspinnen (Solifuga), bei denen der Körper wie bei den übrigen echten Insekten in Kopf, Brust und Hinterleib geschieden ist, und das vorderste Fußpaar noch deutlich die Verrichtungen eines Kieferfühlers übt, der Hinterleib auch noch aus einzelnen Ringen besteht, die erst viel später mit einander verschmolzen sind.

Die Skorpione sind allem Anscheine nach die ältesten Spinnenthiere, und vielleicht die ältesten luftathmenden Gliederthiere überhaupt. Denn in neuester Zeit hat G. Lindström in Stockholm bereits im silurischen Kalk der Insel Gothland einen wohlversteinerten Skorpion aufgefunden, aus einer Zeit also, von der bis jetzt keine andern Reste von Landthieren bekannt sind. In ihrer gesammten Organisation schließen sich die Skorpione durch

die Verschmelzung von Kopf und Brust, durch den langen gegliederten Schwanz, die Scheerenbildung und manche weniger in's Auge fallende Eigenthümlichkeiten an die Krebsthiere nahe an. Wir haben schon oben (S. 261) über die nahen Beziehungen der Skorpione zu den Urkrebsen, namentlich zu den sogenannten Riesenkrebsen gesprochen. In neuerer Zeit hat man in Steinkohlenschichten der Südgrenze Schottlands sehr schön erhaltene Skorpione gefunden, darunter Individuen von 8—10 Zoll Länge, alle zu der Gattung Eoscorpius gehörig. Sie hatten bereits die Giftblase, und ihre Kämme zeigen

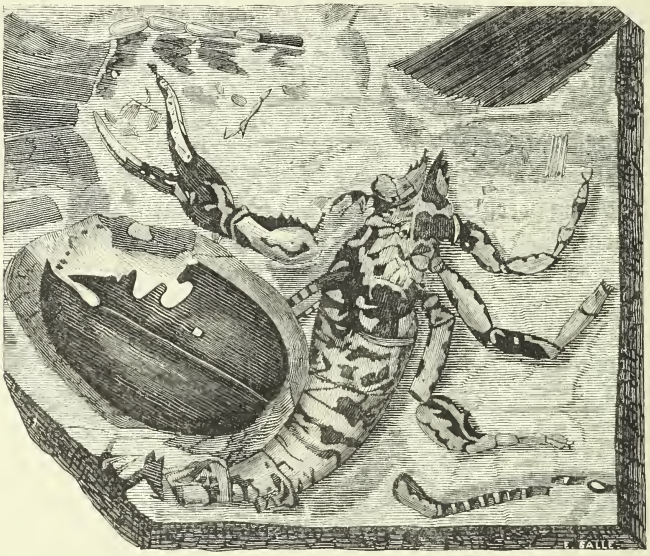


Fig. 198.
Cyclophthalmus Bucklandi. Aus dem böhmischen Steinkohlensystem. Daneben die Flügeldecken eines Käfers.

die sehr eigenthümliche Skulptur der Eurypteriden-Kämme (S. 264). Von den modernen Skorpionen unterscheiden sie sich hauptsächlich durch die gestielten Mittelaugen, mit denen sie vorwärts, aufwärts und auswärts sehen konnten, wie echte Krebse. Die hier abgebildete Steinkohlengattung Cyclophthalmus (Fig. 198) schließt sich in manchen Beziehungen an die lebende Gattung Androctonus an, zeigt jedoch eine von derjenigen aller lebenden Skorpione abweichende Anordnung seiner zwölf Augen, die im Kreise geordnet sind, wobei die Hauptaugen vor den Nebenaugen stehen.

Ein Uebergangsglied von den Skorpionen zu den Spinnen, welches auch durch Umbildung des vordersten Beinpaares in lange Fühler stark an Insekten erinnert, sehen wir noch im Geißelskorpion (Phrynus) der Tropenländer und derselbe besaß einen Vorgänger bereits in der Steinkohlenzeit in einem Thiere, welches Buckland für einen Käfer gehalten hatte (Eophrynus

Prestvicii Fig. 199 c.) Obwohl der Hinterleib desselben bereits die gerundete Form des echten Spinnenleibes aufweist, bestand er doch noch aus 11—12 getrennten Ringen, wobei zugleich eine Dreitheilung, wie bei den Trilobiten in's Auge fällt. Auch die den echten Spinnen näherstehenden Formen besaßen zur Steinkohlenzeit sämmtlich diesen gegliederten Hinterleib, der in sechs bis acht Ringe zerfiel (Fig. 199 a b d e) und deshalb hat F. Karsch für sie die Gruppe der Steinkohlenspinnen Anthracomarti) aufgestellt, da sie sich außerdem noch durch die von oben sichtbaren Palpen von den lebenden Spinnen unterscheiden. Sie stellen in allen Punkten Uebergangsglieder von den alten Skorpionsspinnen zu den jüngern Spinnen (Araneïden) ohne gegliederten Hinterleib dar, welche erst viel später in der Jurazeit mit erkennbaren Resten auftraten. Da auch die Kopfbrustringe bei ihnen zu einem Stück verschmolzen sind, so scheint der Körper nur noch aus zwei Theilen zu bestehen, die durch eine dünne Taille verbunden werden.

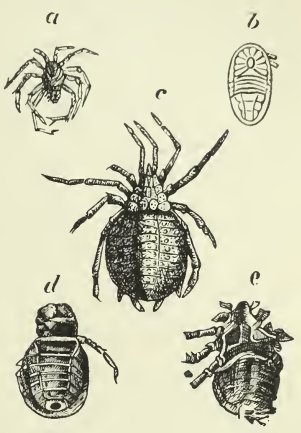


Fig. 199.
Steinkohlenspinnen. a Protolycosa anthracophila. b Architarbus subovalis. c Eophrynus Prestvicii. d e Brust- und Bauchstück von Anthracomartus Völkelianus.

Die Entstehung aus zahlreichen Ringeln tritt dann nur noch in früheren Entwicklungszuständen (Fig. 200) hervor, unter welchen eine Form auftritt, die noch über die Steinkohlenspinnen zurückgreift, und von Barrois als das Limulus-Stadium bezeichnet wurde.

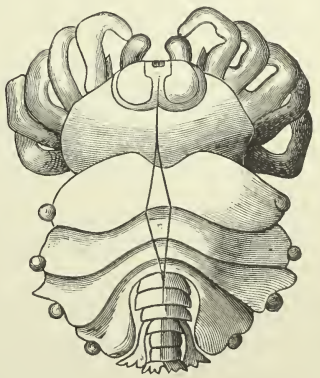


Fig. 200.
Limulus-Stadium der Spinnen. (Nach Barrois.)

Bei den Weberspinnen, die den höchsten und spätesten Ausdruck des Spinnen-Ideals darstellen, bildet jener dicke Hinterleib das Magazin der zähen Spinnflüssigkeit, aus welcher mit oft bewundertem Geschick kunstvolle Fangnetze gewebt werden. Das Material ist eine ganz ähnliche stickstoffreiche Masse, wie diejenige, welche den gesammten Körperbau der Gliederfüßler umhüllt und selbst die Luftröhren auskleidet, durch welche sie ihrem Körper Sauerstoff zuführen, und das Spinnen ist im Grunde eine Kunst, zu der Gliederfüßler der verschiedensten Klassen (Käfer, Blattwespen, Schmetterlinge u. s. w.) befähigt sind. Allein die

Spinnen haben es, indem sie sich speziell auf diese Fertigkeit warfen und sie nicht mehr wie andere Insekten, blos zum Schutze, sondern zum Fange und Broderwerb ausnützten, darin am weitesten gebracht. Der Grund dürfte in dem frühen Verzicht der Sippschaft auf Flügel, welche ihre Angehörigen auf Netzjagd anwies, zu suchen sein, und zuletzt ersetzt ihnen das Gespinnst noch in anderer Beziehung die von den Schwesterthieren erworbenen Flügel, indem sie sich an ihren Fäden festgeklammert, luftschiffend den Windströmungen anvertrauen.

Eine andere Klasse von Spinnenthieren, die Milben, widerlegen mit so vielen andern Schmarotzern die voreilige Annahme, daß in der Lebewelt stets nur fortschrittliche Entwicklung zu finden sei. Bei ihnen verschmelzen die beiden Körperhälften der echten Spinnen zu einer ungegliederten Masse, einem Sack, der sich auf Pflanzen oder Thieren parasitisch ernährt, und unbeweglich festklammert. Auch hier ist jedesmal das Jugendthier ein viel vollkommneres Wesen als der in seinen Sünden versunkene ältere Schlemmer, der zu faul sich selbst um Nahrung zu bemühen, den fleißigeren Nachbar schröpft. Man glaubt in allen solchen Fällen zu sehen, wie die Natur ihren Fluch an den Stillestand geheftet hat.

Die Insekten bilden in der Geschichte der Lebewesen eine eigenthümliche Sondererscheinung, indem sie, darin den Krebsthieren sehr unähnlich, ein ewiges Sichgleichbleiben, eine Unsterblichkeit der Form aufweisen, durch welche sie zu den getreuesten Zeugen der Vorwelt werden. Wohl in keiner Abtheilung des Thierreichs sind die vorweltlichen Gattungen den jetzt lebenden so ähnlich, wohl nirgends sind die Lücken der Wesenketten, welche die Familien scheiden, so klein, und nirgends werden die wirklich vorhandenen Lücken vollständiger durch ausgestorbene Arten, die sich deshalb mit Leichtigkeit in unsre Systeme einordnen, ausgefüllt, als bei ihnen. Fragt man, wodurch diese kleinen zerbrechlichen Wesen, welche nicht wie die Krebse oder Thiere anderer Klassen ehemals in gigantischen Formen auftraten, mit den zarten Fühlern und durchsichtigen Flügeln eine solche Widerstandsfähigkeit in den Umwälzungen der Erdoberfläche erhalten haben, daß sie jenen Einflüssen der Zeit, denen so viele kräftiger gebaute Thiere erlagen, entschlüpfen konnten, so lautet die Antwort, ihrer verschwindenden Erscheinung, ihrer Fähigkeit in allen Medien (Erde, Luft und Wasser) zu leben, und vor Allem ihrem zähen Festhalten an der früh erreichten Vollkommenheit ihrer Gliederbildung. Ihrem Alter, ihrer Ausdauer in allen Wandlungen der Erde entspricht daher auch ihre ungeheure Artenzahl, welche die aller übrigen Thierklassen zusammengenommen, bekanntlich noch um ein Erkleckliches übersteigt. Nach ihrer Emsigkeit und Stabilität darf man sie die Chinesen der Thierwelt nennen.

Während bei den Spinnenthieren vielerlei Anzeichen vorliegen, die es wahrscheinlich machen, daß sie aus einer Umbildung alter Krebsformen hervorgegangen sind, scheinen die Insekten im engern Sinne, sich noch früher

von dem Bruderstamm getrennt zu haben. Zwar bestehen zahlreiche Uebereinstimmungen im Körperbau, und Fritz Müller hat in dieser Beziehung darauf hingewiesen, daß die Zoëa-Larve der Krebse ganz wie die Insekten drei Paar der Nahrungsaufnahme und drei Paar der Bewegung gewidmete Gliedmaßen, den anhangslosen Hinterleib und die tasterlosen Kiefer zeige. Ebenso ist beiden Thierklassen die geschichtete, von feinen Poren durchsetzte Chitinbekleidung, das zusammengesetzte Auge, und manche weitere Eigenthümlichkeit gemeinsam, und die erste Umbildung des Embryo's geht in beiden Abtheilungen der Gliederfüßler in ganz gleicher Weise vor sich, indem die Zellentheilung nur in der äußern, den Dotter umschließenden Schicht stattfindet, aber in der Weiterentwicklung treten mancherlei frühe Verschiedenheiten ein. Man kann daher im Allgemeinen nur sagen, daß beide Abtheilungen aus einer Gruppe von Würmern hervorgegangen sind, deren Körper, wie bei den Ringelwürmern in zahlreiche Querstücke getheilt war. In den Anhangsgebilden dieser Ringelwurm-Ahnen mögen bereits Verschiedenheiten bestanden haben, denn an den Insektenlarven treten beispielsweise die für die Krebslarven so charakteristischen Spaltfüße (vergleiche Taf. VII und Fig. 194) niemals auf. Weniger Werth ist auf die durchaus verschiedene Athmungsweise zu legen, die bei den eigentlichen Krustern in mancherlei Kiemen, bei den Spinnenthieren und Insekten in mit Chitinbändern ausgekleideten Luftröhren (Tracheen) stattfindet, denn ein ähnlicher Ersatz der Wässerathmungs- durch Luftathmungsorgane hat ja auch in andern Abtheilungen des Thierreichs, namentlich bei den Wirbelthieren stattgefunden, ohne daß man deshalb die Luftsäugethiere von andern Ahnen herzuleiten braucht als die Fische.

Ein wenig veränderter Nachkomme der ältesten Luftinsekten, der indessen bereits mancherlei Anhangsgebilde verloren zu haben scheint, dürfte in dem erst in neuerer Zeit durch Moseley, Balfour und andere Naturforscher genauer studirten Peripatus-Geschlechte auf unsere Zeit gekommen sein. Die über einen großen Theil der südlichen Halbkugel und über heute durch weite Meere geschiedene Regionen verbreiteten, und schon deshalb als uralte Thierformen anzusehenden Peripatiden (Fig. 201) sind raupenartig kriechende, vielfüßige Thiere, die meist im dichten Ufergebüsch oder unter feuchtem, faulem Holz leben, im Wasser dagegen alsbald sterben. Sie stellen in mehr als einer Beziehung echte Zwischenglieder zwischen Gliederwürmern und Luftinsekten (Tracheaten) dar. Mit den Gliederwürmern haben sie die eigenthümlichen „Segmental-Organe" gemein, mit den Insekten unvollkommene Tracheen, die aber nicht, wie man früher glaubte, aus diesen Segmental-

Fig. 201.
Peripatus Edwarsii (Cayenne) 2 : 1. Nach Grube.

Organen hervorgegangen, sondern wahrscheinlich durch einfache Umbildung von Hautdrüsen entstanden sind, wie sie sich bei Blutegeln, Landplanarien u. a. häufig finden. Daß man sie als einen wenig veränderten Urtypus zu betrachten hat, lehrt auch ihre Entwicklungsgeschichte, in welcher als einziger Fall im gesammten Gliedfüßler-Reiche noch die unveränderte Gastrulalarve auftritt, während sie, wie eben erwähnt, bei Krebsen, Spinnen und Insekten durch eine dottergefüllte Kugel ersetzt wird. Unter den heute lebenden Insekten schließen sich ihnen namentlich die Tausendfüßler (Myriapoden), von denen man schon aus der Steinkohlenzeit mit deutlichen Tracheen versehene Arten gefunden hat, dadurch an, daß bei ihnen ebenfalls eine Beschränkung der Fußzahl und Gliederung des Körpers in drei Hauptabschnitte noch nicht stattgefunden hat. Eine solche Gliederung mit ihrer damit im Zusammenhang stehenden Arbeitstheilung unter den einzelnen Abschnitten und ihren Anhängen war offenbar, wie in der Einleitung dieses Kapitals ausgeführt wurde, ein bedeutsamer Fortschritt, von welchem sich die Ueberlegenheit der späteren Insekten herleitet, aber viele derselben kehren in ihrem jüngern Larvenleben zur mehrfüßigen Raupen- oder Madenform der Urtracheaten zurück, um erst später die weitere Theilung des Körpers, und Ausbildung der verschiedenen Anhangsgebilde durchzuführen.

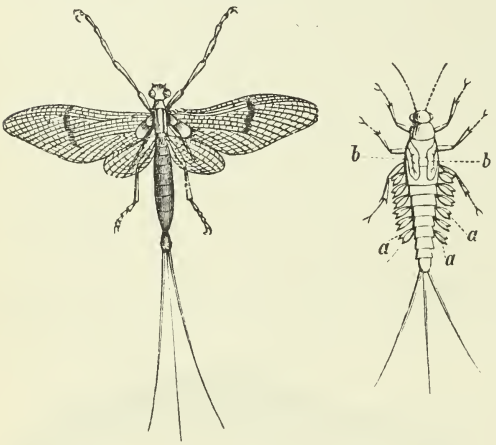


Fig. 202.
Gemeine Eintagsfliege (Ephemera) nebst Larve. a Sechs Paar seitliche, zugleich als Ruderflossen dienende Tracheenkiemen, wie sie die Urinsekten allgemein besessen zu haben scheinen. b b Flügelkeime.

Der gemeinsamen Urform der höheren Insekten stehen nach den vergleichenden Untersuchungen Gegenbaur's wahrscheinlich die deshalb so genannten Urflügler (Archiptern), zu denen die Eintagsfliegen (Ephemera Fig. 202) gehören, am nächsten. Sie sind die Patriarchen der geflügelten Schaar und alljährlich im Hochsommer machen sie Jedem, der's sehen will, das uralte Experiment vor, wie das einem sechsfüßigen Ringelwurme gleichende Urthier vor undenklichen Zeiten zum ersten Male an's Land kroch und anfing, seine äußerlich hervortretenden Kiemen-Anhänge, wie sie viele Ringelwürmer noch heut aufweisen, zur Luftathmung umzugestalten. Schon in den devonischen Schichten von Neu-Braunschweig hat man Flügelreste von Insekten gefunden, die in ihrer Aderung mit denen der Ephemeren die nächste Aehnlichkeit zeigen, und deshalb nach diesen niedersten aller fliegenden Insekten

Gerephemera simplex und Platephemera antiqua genannt wurden. Die letztere war eine Ephemeride von fünf Zoll Flügelspannung, wie wir heute keine mehr besitzen, und die meisten andern waren nicht viel kleiner, aber diese ältesten Urflügler hatten zum Theil eine etwas verschiedene, mehr polygonale Aderung als die heutigen, und die erstgenannte Art bot zugleich die Charaktere gewisser Steinkohlen-Insekten (Dictyoneura), während das zweitgenannte mit denen der echten Ephemeriden, zugleich die Charaktere der ihnen allerdings sehr nahestehenden Wasserjungfern (Odonata) vereinigte. Die ferneren Bruchstücke devonischer Insekten näherten sich theils der letztgenannten Gruppe, theils den sogenannten Sumpflibellen (Sialida). Man sieht hieraus, daß alle devonischen Insekten, d. h. die ältesten aufgefundenen Insekten überhaupt, Thiere mit im Wasser lebenden Larven waren, die den niedersten aller bekannten Insekten nahestanden, und in ihrem Körperbau zugleich die Charaktere anderer Insektenfamilien, die sich nachher von ihnen abgezweigt haben, einschlossen, wie man solche synthetischen Formen unter den ältesten Vertretern aller Organismenklassen naturgemäß antrifft. Aus der Steinkohlenzeit kennt man noch einfacher gebaute Ephemeriden (Euephemera, Eugereon), wie sie aus der devonischen Zeit nicht erhalten sind.

Unsere heute lebende Eintagsfliege, welche im Wurmzustande Jahre lang im Wasser gelebt, entschlüpft an einem Augustmorgen der Nymphenhaut, steigt, nachdem sie sich noch einmal umgekleidet, fröhlich in die Lüfte, feiert in lustigem Gewühle ihre Hochzeit, um schon nach wenigen Stunden, ohne Nahrung zu sich genommen zu haben, ihr Dasein zu endigen. Man könnte glauben, sie sei ein Kind der Zeit, in welcher es außerhalb des Wassers noch keine Nahrung gab. Wenn wir ein Beispiel suchen, zur Vergleichung der Kürze unseres Daseins mit der Ewigkeit, so erinnern wir uns dieser Eintagsfliege, ohne vielleicht daran zu denken, daß ihre Art und Sippschaft auf eine ganz andere Ewigkeit zurückblicken kann, als der Mensch und die gesammte höhere Thierwelt. Die Verwandten der Eintagsfliege stiegen bereits über den Sümpfen der devonischen Zeiten und der Steinkohlen-Wälder empor.

Aus zwei Paaren jener neben dem Athmungsgeschäfte gleichzeitig als äußere blattartige Bewegungsorgane dienenden Röhrenkiemen, welche bereits bei den Ringelwürmern, wie wir in Fig. 108 gesehen haben, wirkliche Rücken-Organe waren, haben sich vermuthlich durch Umwandlung die beiden Flügelpaare entwickelt, welche schon die ebengeschilderten Urinsekten besaßen. Diese Umbildung ehemaliger Athmungsorgane in Flügel gehört zu den schönsten Beispielen des sogenannten Funktionswechsels, durch welchen Organe, die einer überflüssig gewordenen Verrichtung dienten, alsbald einer neuen angepaßt werden. Es waren die ersten Schwingen, welche dem Gewürm wuchsen und so glücklich bewährte sich die Neuerung, daß sie in tausend und

aber tausend Formen wiederholt wurde, später unter den Wirbelthieren sogar mit Verzicht auf einen anderweiten Gebrauch der Vorderfüße. Im Uebrigen zeichnet eine für allgemeinste Verwandtschaft und einheitliche Abstammung sprechende Einförmigkeit den Körper der höhern Insekten in allen Gruppen aus. Ein in Kopf, Brust und Hinterleib getheilter Körper, drei Kieferpaare am Kopf, drei Bein- und zwei Flügelpaare am Bruststück (Fig. 203), das sind die ohne Ende wiederkehrenden Elemente, aus denen sich durch geringe Abweichungen in den Einzelnheiten, immer neue und neue Formen aufbauen, so daß man ohne Schwierigkeit in fast jeder Ableitungsform die Urform wiedererkennt. Fast nur die Mundtheile bilden sich durchgehender um, und wenn ein oder beide Flügelpaare verkümmern, dann sind gewöhnlich Rudimente vorhanden, um die Stelle zu bezeichnen, wo sie saßen. Selbst die Zahl der Querstücke des Körpers bleibt sich bei vielen Tausenden hierhergehöriger Thierarten gleich, nur bei den urältesten Insekten ist diese Zahl noch nicht so fest bestimmt, und es finden sich am Hinterleib zuweilen zwei bis drei Abschnitte mehr, möglicherweise eine Hindeutung auf die stammverwandten Krebsthiere und Tausendfüßler, bei denen oft noch ein Nachleib aus zahlreichen ferneren Ringen hinzu kam.

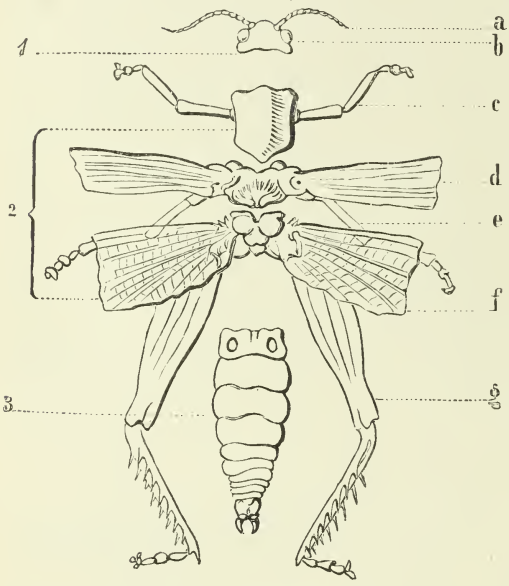


Fig. 203.
Ein älteres Insekt (Heuschrecke) in seine Bestandtheile zerlegt. 1 Der aus mehreren gänzlich verschmolzenen Ringen bestehende Kopf. 2 Der stets aus drei Ringen bestehende Mittelkörper, welcher die drei Beinpaare und die beiden Flügelpaare trägt. 3 Der gewöhnlich aus 9, bei den älteren Insekten aber aus 11 Ringen bestehende Hinterleib.

Die ältesten geflügelten Besucher der jungen Landflora waren Insekten mit unvollkommner Verwandlung (Heterametabola), während diejenigen, welche durch einen Puppenzustand hindurchgehen müssen und eben dadurch ihre höhere Entwicklungsstufe bekunden (Metabola), im Allgemeinen erst viel später, etwa seit der Jurazeit, erschienen. Die Erstgebornen der Luftwelt waren ferner mit scharfem Gebiß kauende Insekten, Urflügler, Netzflügler, Geradflügler und Käfer, während die saugenden Insekten (Bienen, Fliegen, Schmetterlinge) bedeutend jünger sind. Es ist lehr-

reich, die erstaunliche Gefräßigkeit und Kieferausbildung dieser Thiere mit einer Pflanzenwelt zu vergleichen, die trotz üppigsten Aufsprossens, blüthenlos, noch keine verarbeiteten Säfte und Zuckerstoffe ausschied und vorzugsweise hartes, lederartiges Laub darbot, wie es die verwöhnten Insekten unserer Zeit kaum noch fressen mögen. Ungeheure Massen mußten verhältnißmäßig von diesen zähen Faserstoffen des Holzes und der Blätter zermalmt werden, um selbst so kleinen Thieren den erforderlichen Nahrungsstoff zu bieten. Sie brauchten ihr starkes Gebiß und mochten ihr gutes Auskommen haben in jener Welt des Holz- und Laub-Ueberflusses, diese Termiten, Schaben und Holzkäfer der Steinkohlenzeit. Gewiß war dort viel krankes und abgestorbenes Holz wegzuschaffen und in Moder zu verwandeln, damit er nachwachsenden Pflanzengenerationen schneller zu Gute komme. Jetzt wäre das nicht mehr so nöthig, und die vorweltliche Gefräßigkeit dieser kleinen Thiere gereicht uns oft wahrhaft zum Schaden und Schrecken. Sie begnügen sich nicht, unsere Culturwälder zu zerstören, sie greifen das Holz unserer Wohnungen an, verzehren unsere Speisevorräthe und schonen nicht einmal unsere Kleider, wie es einst Bory de Saint-Vincent erfuhr, als ihm der surinam'sche Kakerlak während des Abendessens, welches er bei dem Gouverneur von St. Helena einnahm, die Sohlen seiner neuen Stiefeln zerfressen hatte.

Doch horch, trotz der Windstille, welche die Zweige der Schafthalmbäume ruhen läßt, ein musikalischer Ton, der durch die Lüfte zittert! Es ist zwar keine seelenvolle Melodie, die aus froher Kehle erschallt, nichts als eintönige Streichmusik, trockner aneinander geriebener Panzer, ein schriller Ton ohne Modulation, aber doch von metallartigem Klange, und vor allem ein Lied der Sehnsucht nach der Geliebten, das erste Ständchen der Natur. Schon in den devonischen Schichten von Neu-Braunschweig hat Scudder ein zwischen Netzflüglern und Geradflüglern in der Mitte stehendes Insekt (Xenoneura antiquorum) gefunden, welches den Tonapparat der Heuschrecken, nämlich concentrische Ringe oder Runzeln um die Flügelbasis besessen zu haben scheint. Haben diese Grillen, Heuschrecken und Heimchen des Steinkohlendickigts die Erfindung der Geige, den Tönen jener rauhen auf einander geriebenen Zweige der Baumschafthalme entlehnt? Jedenfalls war es eine eintönige Begleitung des singenden Säuselns jener Wälder, und es wäre so gar schwer nicht, die Tonhöhe der vorweltlichen Insekten-Musik zu bestimmen. Wie schon Galilei beobachtete, bringt ein Piasterstück mit fünfundvierzig Randkerben beim Reiben auf einem Messer einen um eine Quinte höhern Ton hervor, als ein solches mit dreißig Einschnitten, und ebenso kann man nach der Zahl der Rippen jener Schrillorgane vorweltlicher Thiere ihren Lockton bestimmen. Wenn Du im Frühling die Grillen und Heimchen zum ersten Male vernimmst, so magst Du mit einer vermehrten Antheilnahme, dem eintönigen Concerte lauschen. Mit derselben Musik zog einst die junge Brut der Lüfte in die Welt ein, und in unserem Ohre klingt heut das uralte Thema einer vorwelt-

lichen Natursymphonie wieder. Diese Patriarchen der Musik, insbesondere der Familie der Geradflügler angehörend, beginnen jetzt ihre Concerte mit anbrechendem Abend. Das Licht des Mittags, an welches sie sich nicht gewöhnt haben, scheucht sie in ihre dunklen Schlupfwinkel unter Blättern und Erdschollen, aber in der sich niedersenkenden Dämmerung erkennen sie den wohligen Schatten der Farnwälder und Bärlappdickigte ihres Ursein wieder.

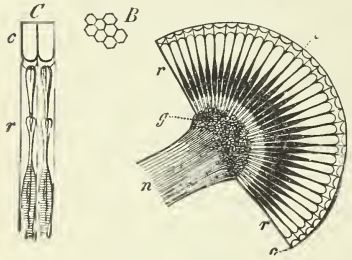


Fig. 204.
A Längsschnitt durch ein zusammengesetztes Gliedfüßler-Auge. c Facettirte Hornhaut, bei welcher jede Facette eine Linse bildet. n Sehnerv. g Nervenknoten desselben. r Aus ihm hervortretende Krystallstäbchen. B Hornhaut-Facetten von oben gesehen. C Krystallstäbchen mit den dazu gehörigen Linsen-Facetten (c) aus einem Käferauge.

Bei Musikliebhabern setzt man ein geschultes Ohr voraus und neuere Naturforscher, Leydig, Siebold und Ranke, haben darauf hin die Gehörorgane dieser ersten Musikanten untersucht. Sie konnten schon in dem kleinen Kreise der Heuschrecken eine Fortbildung des Insektenohres nachweisen. Bei den Feldheuschrecken, welche nur schnarrende Töne mit ermüdender Ausdauer hervorbringen, fanden sie, der Erwartung entsprechend, einen einfacheren, aus gleich langen Schwingstäbchen gebildeten Apparat, der nur eine einfache Tonempfindung vermitteln kann, während die Laubheuschrecken, die mehrere und musikalischere Töne erzeugen, auch ein zusammengesetzteres Gehörsorgan mit ungleich langen Schwingstäbchen am Trommelfell aufweisen. Weniger deutliche Spuren einer Vervollkommnung in der Zeit findet man am Insekten-Auge (Fig. 204), dessen wesentliche Theile schon bei den Urkrebsen, den ältesten Gliedfüßlern, von denen Spuren auf unsere Zeiten gekommen sind, vorhanden waren.

Oswald Heer, der vorzüglichste Kenner vorweltlicher Insekten, glaubt in dem Treiben der Schaben, Schnarrheuschrecken und Termiten, die den menschlichen Wohnungen ihre unerwünschten Besuche abstatten, eine Menge vorweltlicher Züge bemerkt zu haben. Es sind, wie gesagt, durchaus nächtliche Thiere, die sich in unseren Zonen als Kinder einer wärmeren, schattigen Welt fast nur noch unter dem unfreiwilligen Schutze des Menschen forterhalten. Vergeblich suchen sie die Wärme und Gemüthlichkeit der alten Zeiten im kalten Europa; das Heimchen, welches den warmen Herd aufsucht, der Kakerlak, welcher sich am Backofen einmiethet, sie fühlen nur zu wohl, daß sie Kinder einer wärmeren Sonne sind. Darauf deutet auch hin, daß diese Thiere keinen eigentlichen Puppenzustand besitzen, in welchem sie sonst am besten die kältere Jahreszeit überdauern; die älteren Insekten laufen fast während ihrer gesammten Entwicklung umher und fressen zu allen Zeiten ihres Daseins. Sie sind in der Nahrung seit ihrer frühesten Jugend, wo es noch wenig Auswahl im Gemüse gab, keineswegs verwöhnt und fressen

daher so ziemlich alles, was ihnen vorkömmt, und ebensowenig scheinen sie gegen schlechte Luft empfindlich zu sein, man bemüht sich daher vergeblich sie todtzuräuchern, hat doch die Stickluft des Steinkohlenwaldes ihre Wiege umspült!

Urflügler und Geradflügler mit vier untereinander gleichen netzadrigen Flügeln waren, wie gesagt, die Erzväter der Insektenwelt und von den eigentlichen Netzflüglern gesellten sich ihnen in den frühesten Zeiten nur solche mit unvollkommener Verwandlung. Zu ihnen gehören die Termiten und es ist sehr merkwürdig, wie viel ähnlicher sie früher den ältesten Schaben, aus deren Kreis sie hervorgegangen sein mögen, waren, als heute, wo die Stammverwandtschaft verwischt ist. Ueberhaupt gab es bereits in der Steinkohlenzeit zahlreiche Ankündigungen später erscheinender Insektenklassen in sogenannten prophetischen Typen. Man hat diese im Grunde sehr unpassende Bezeichnung so zu verstehen, daß sich Körpereigenthümlichkeiten, die eine gewisse Zukunft haben, oft bereits sehr früh unter den Vorfahren nachweisen lassen, aber man müßte dann auch die viel zahlreicheren, nachahmungslosen Sonderlinge der Vorzeit als falsche Propheten bezeichnen. So bilden also die Termiten einen Uebergang von den Geradflüglern zu den Netzflüglern (Neuroptera) während andere Insekten der Steinkohlenzeit, aus denen man die Abtheilung der Dictyophlebia gebildet hat, wahrscheinlich machen, daß die Netzflügler aus den Urflüglern entstanden sind, die man auch falsche Netzflügler (Pseudoneuroptera) genannt hat. Während die niedern Netzflügler, zu denen Termiten und Wasserjungfern (Odonata) gerechnet werden, nur eine unvollkommne Verwandlung besaßen, findet bei den höherstehenden und viel später erschienenen Sumpflibellen (Sialida) eine vollkommene Verwandlung statt. Wir kommen auf sie später zurück. Die Zwischenformen, welche die einzelnen Insektenklassen in der Vorwelt verbanden, sind meistens, wie auch in vielen andern Abtheilungen des Organismen-Reiches ohne getreue Nachbilder ausgestorben; ihr ehemaliges Vorhandensein genügt aber, die Verwandtschafts- und Abstammungsverhältnisse der einzelnen Klassen festzustellen.

Unter den synthetischen oder Sammeltypen der Steinkohlenzeit, die viel häufiger sind, als diejenigen der devonischen Formation, weil überhaupt bedeutend mehr Insektenreste aus derselben bekannt sind, ist besonders die Gattung Dictyoneura interessant, in welcher noch die Charaktere von Urflüglern, Netzflüglern und Geradflüglern vereinigt sind. Aus dieser Gruppe hat man in den letzten Jahren verschiedene riesenförmige Arten, die den Gespenstheuschrecken (Phasmiden) nahestanden, in den Steinkohlenschichten von Commentry in Frankreich entdeckt. Die eine derselben, Titanophasma Fayoli, maß vom Kopf bis zur Schwanzspitze 25 cm, eine noch größere, von Brongniart Protophasma genannte Art muß nahezu 50 cm Leibeslänge und 70 cm Flügelweite besessen haben. Obwohl auch die ältesten

Ephemeriden größer als ihre heute lebenden Verwandten waren, so bilden doch solche Riesen-Insekten der Vorzeit Ausnahmefälle, die kaum mit den Riesenkrebsen und Riesen-Reptilen in Parallele zu stellen sind, zumal wenn man bedenkt, daß wir auch noch unter den heutigen Phasmiden (Gespenst- und Stabheuschrecken Taf. IX Fig. e und f) viele Arten besitzen, deren Körperlänge nahezu einen Fuß erreicht, während einzelne lebende Schmetterlinge eine gleich große Flügelspannung aufweisen. Unter den Heuschrecken im engern Sinne gingen die Arten mit Schreitfüßen, zu denen die Phasmiden gehören, denen mit Sprungfüßen voraus. In beiden Abtheilungen hat das Bedürfniß, sich im Laube zu verstecken, theils um von seinen Feinden nicht gesehen zu werden, theils um die Beute besser zu überschleichen, manche sehr seltsame Verkleidungen erzeugt, von denen einige der merkwürdigsten auf Taf. IX dargestellt wurden, weil sie zu den besten Erläuterungen der Wirkungen des Kampfes um's Dasein gehören. Bei dem wandelnden Blatt (Phyllium siccifolium Taf. IX e) haben Flügel, Hinterleib und selbst ein Theil der Beine grüne Farben und blattartige Formen gewonnen, die das Thier im Laube ganz unkenntlich machen. Unter den Stabheuschrecken giebt es viele Arten, die, wie der hier abgebildete Bazillus Mozambicus (f), im erwachsenen Zustande jede Spur von Flügeln verloren haben, und dann gänzlich grünen, gelben, grauen oder braunen Zweigen gleichen, um so mehr, da sie die langen Beine unsymmetrisch bewegen. Andere Arten besitzen auch noch im Alter kleine grüne Miniaturflügel, die durchaus nicht hinreichen, den Körper in die Luft zu erheben, sondern nur als Merkmal dienen, daß sie von geflügelten Heuschrecken abstammen. Auch die Larven bedürfen solcher schützenden Aehnlichkeiten, wie die von Th. Belt in Nicaragua beobachtete moosartige Larve einer Phasma-Art (Taf. IX c) beweist. Am weitesten gehen diese Nachahmungen von Pflanzentheilen in den für gewöhnlich zusammengelegten Vorderflügeln einer Laubheuschrecken-Gattung (Pterochroza) von der drei Arten in der Mitte unserer Tafel dargestellt sind. Diese Oberflügel gleichen noch viel täuschender, als es in unserem Farbendruck dargestellt werden konnte, theils grünen, am Rande verwelkten, theils herbstrothen, mit Schimmelpilzen bedeckten und von Minirraupen angefressenen Blättern, die nicht einmal ein laubfressendes Thier anziehen könnten. Bei der kleinen Pterochroza erosa (d) haben sie auf das täuschendste das Ansehen eines vollkommen skelettirten und zerfressenen vorjährigen Blattes angenommen.

Von den Insecten mit vollkommner Verwandlung finden sich nur aus der Familie der Käfer, die ihrerseits aus einer Seitenlinie der Geradflügler hervorgegangen zu sein scheint, einzelne Vertreter in der Steinkohlenzeit. Am Eingange der Sekundärzeit erschienen sodann, mit Ausnahme der von Blüthensaft lebenden Käfer, Vertreter aus den meisten übrigen Ordnungen: Holz- und Mooskäfer liefen umher, Prachtkäfer sonnten ihre Flügeldecken, Sprungkäfer, die auf den Rücken gelegt, sich zur Freude der Jugend

Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Paul Gensler Kunstwerkstatt Berlin

Blatt-, Zweig- und Moos-Heuschrecken.

hoch emporschnellen, übten schon damals ihre Künste, der Drehkäfer zog auf den Süßwasserflächen, einem geübten Schlittschuhläufer gleich, seine blitzschnellen Kreise; unter seinen Bahnen schwammen in ansehnlicher Größe kräftige Wasserkälbchen. Ja die ersten Blattkäfer zeigten sich bereits, und Dungkäfer deuteten auf das Alter ihrer mit den frühesten Landsäugethieren auftretenden sonderbaren Liebhaberei; sie verrathen beinahe schon früher, als deren Kieferreste zurückreichen, das Dasein ihrer Ernährer. Man möchte sagen, daß die Käfer in dem Reichthum ihrer Arten die Idee der Luftinsekten am vollkommendsten ausgeprägt haben. Und zwar hauptsächlich in der Gliederung jenes äußern, aus einer besondern Hornsubstanz (Chitin) gebildeten Skeletes, welches alle Glieder und Gelenke, sogar die zarten Flügel mit einem Panzer bedeckt. Nirgends sonst ist der Grundplan des Insektenkörpers in einer solchen Strenge durch zahllose Variationen hindurchgeführt, nirgends ist es deutlicher sichtbar, daß die Gliederveränderungen durchweg nur Anpassungen an verschiedene Lebensweisen sind. Die Vorderflügel haben sich in Flügeldecken verwandelt. Auch sind bei manchen Käfern in Folge des Nichtgebrauchs die den andern Käfern zum Fliegen dienenden Hinterflügel ganz geschwunden, und erscheinen höchstens noch in Form kleiner Rudimente im Larvenleben, während die Flügeldecken, die sich nicht mehr zu öffnen brauchten, zusammengewachsen sind, und wohl zum Theil auch über die Bauchseite hinweggreifen.

In den permischen Schichten fand man in einem Eugereon Böckingii getauften Thier, dessen Organisation die Charaktere der Netzflügler mit denen der Halbflügler (Hemiptera) oder Schnabelkerfe zu vereinigen scheint, die erste Andeutung von dem Auftreten und der Abstammung dieser unliebsamen Peiniger der Pflanzen- und höhern Thierwelt, zu denen Wanzen, Blattflöhe und Cikaden gehören. Die Wanzen sind zugleich die einzigen Insekten, von denen sich eine Abtheilung, die Ruderwanzen (Halobates), dem Leben auf dem offenen Meere angepaßt hat, auf dessen Oberfläche sie pfeilschnell umherlaufen. Von den Halbflüglern, die in der Jurazeit häufiger wurden, zweigten sich vermuthlich die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) ab, Insekten, bei denen sich alle drei Kiefer in Stech- und Saugorgane umgewandelt haben. Die Zweiflügler haben die nur noch als sogenannte Schwingkölbchen angedeuteten Hinterflügel verloren, während viele Halbflügler sogar beide Flügelpaare einbüßten, indem sie sich einer halbparasitischen Lebensweise anpaßten. Somit ist das ganze Insektenreich ein fortlaufender Beweis der Umwandlungslehre, die auch in ihrer persönlichen Entwicklung (Metamorphose) zuerst in die Augen fiel und studirt wurde. Noch heute sehen wir die meisten Insekten, auch viele stechenden und saugenden, welche das Dasein einer höhern Pflanzen- und Thierwelt voraussetzen, ihren Lebensgang als kauende, gefräßige Larven beginnen und so durch die nachträgliche, durchgreifende Umbildung ihrer Mundtheile den Beweis ihrer Abstammung immerwährend wiederholen, wie sie andererseits das Forschungsergebniß

bestätigen, daß die höheren Pflanzen und namentlich die blühenden, erst viel später erschienen sind. So stützt in der Erdgeschichte eine Beobachtung die andere.

Die Hauptumwälzung im Insektenreiche wurde durch die Erscheinung der Blumen im sekundären und tertiären Zeitalter bewirkt. In den ältesten Zeiten blüheten die Pflanzen, ohne Duft zu verbreiten und ohne glänzende Farben zu entfalten. Aber anstatt der verborgen blühenden Pflanzen der Steinkohlenwälder, der Nadelhölzer und Kätzchenblüthler einer spätern Zeit, die der Wind befruchtete, bedeckten sich im Ausgange der Sekundärzeit die Bäume mit schwellenden Blumen-Knospen, die endlich zitternd aufbrachen und

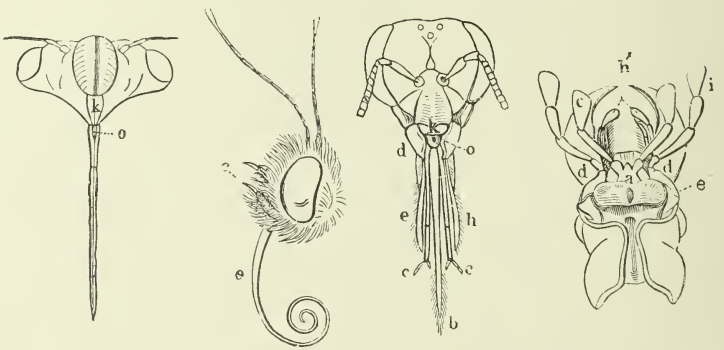


Fig. 205.
Vergleichung der Insekten-Mundtheile bei Cikaden, Schmetterlingen, Honigbienen und Käfern. a Kinn. b Zunge. c Lippentaster. d Oberkiefer. e Unterkiefer. h Lade. i Kiefertaster. k Kopfschild. o Oberlippe.

ihren Duft durch die Wälder sandten. Verwundert eilen die damals einzigen Kinder der Luft, die Insekten, in Schaaren herbei und bewundern als die ersten diese neue Erscheinung. Sie athmen berauscht den göttlichen Duft, sie kosten den Nektarsaft, der sich im Grunde der Blüthe absondert und tragen an Köpfen und Füßen den Blumenstaub wie einen Gruß von der einen zur andern Blüthe. Der bisher so düstere Wald ist ein Park, die Lichtung ein Blumengarten geworden, um die Erde mit einem bunten Kranze zu umgürten. Dem Fortschritte in der stummen Welt entspricht alsbald eine Umwälzung in der summenden der Insekten. Wozu jetzt noch diese zermalmenden Kauwerkzeuge, diese in Sägen und Bohrer endigenden Kiefer, deren man für die Verarbeitung des Holzes und der Lederblätter im Steinkohlenwalde allerdings bedurfte? Hier boten sich offen süße und gewürzhafte Blumen- oder Fruchtsäfte, zu deren Gewinnung man nur eines Leckorganes, eines Saugrohrs oder eines Rüssels am Munde bedurfte. Bei einem Urflügler oder Netzflügler verwandeln sich das zweite und dritte Kiefernpaar in eine Art Zunge oder Rüssel und es gehen aus den blos kauenden Urinsekten die zugleich leckenden Immen oder Hautflügler hervor, zu denen die Bienen, Wespen und Ameisen gehören.

(Fig. 205.) Die Ameisen, bei denen die Kauwerkzeuge noch am stärksten entwickelt sind, erscheinen als erste Hautflügler schon in der Mitte der Jurazeit, die Bienen und Wespen mit ihrem völlig der Blumennahrung angepaßten Körper und mit Höschen, die gleich einer Bürste den Blumenstaub abfegen und sammeln (Fig. 206) bildeten erst in der Tertiärzeit ihre, wie wir sehen werden, die gesammte Pflanzenwelt umwandelnden Instinkte aus. Hermann Müller hat gezeigt, daß die Bienen augenscheinlich aus Grabwespen entstanden sind, welche ihre Jungen mit animalischer Nahrung versehen, selbst aber von Blumennahrung leben, indem sie anfingen, auch für ihre Jungen Blumennahrung aufzuspeichern, und für diesen Zweck verzweigte Sammelhaare, Fersenbürsten, eine mit geeigneten Hilfsapparaten ausgestattete lange Zunge u. s. w. ausbildeten. Noch heute finden sich alle diese Apparate in vielen Stufen langsamer Steigerung bei den verschiedenen Bienenordnungen erhalten, wobei auch der Ameisensäure absondernde Stachel in Betracht kommt, dessen Absonderung den Honig erst haltbar macht, weshalb stachellose Bienen keinen lange haltbaren Honig aufspeichern können.

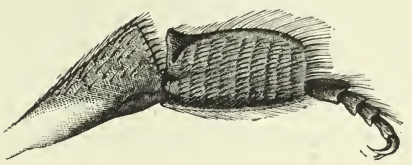


Fig 206.
Bürste und Körbchen der gewöhnlichen Biene.

Man könnte die Insekten der Vorwelt also eintheilen, in solche vor und nach Erscheinung der Blüthe, und damit in der ersten Abtheilung gefräßige und scharf bekieferte Thiere mit meist unvollkommner Verwandlung, in der zweiten leckende, blut- und saftsaugende Insekten mit vollkommner Metamorphose erhalten. Man darf sich diesen Uebergang natürlich nicht als einen plötzlichen vorstellen, da die Entwicklung honigabsondernder Blüthen erst allmählig eintrat, nachdem die blumenblattlosen Blüthen der Nadelhölzer und Kätzchenbäume vorausgegangen waren. Daher finden sich auch vereinzelte Blüthen-Insekten schon früher, während ihre eigentliche Zeit erst kurz vor Beginn der Tertiärperiode erfüllt war. Und merkwürdig, jene frühesten Blüthen sind auch heute noch die am wenigsten von den Insekten besuchten, und noch heute müssen sie auf guten Wind rechnen, um sich gegenseitig, da die Geschlechter getrennt sind, zu befruchten. Bei den vollkommneren Blüthen dagegen entstand schon damals jene innige Beziehung zur Insektenwelt, nach welcher heute fast jede Blüthe ihre besonderen Verehrer und Besucher zählt. Seitdem bedarf die Blume ihres besuchenden Insektes eben so sehr, wie dieses ihrer, und wir sehen alle Tage in unsern Gewächshäusern tropische Pflanzen ohne Fruchtansatz verwelken, weil man vergessen hatte, das nach Gewohnheit und Körperbeschaffenheit dieser Blume unentbehrliche Insekt miteinzuführen. Indem sie Blüthen mit großen Blumenblättern und leuchtenden Farben bevorzugten und die weniger schönen Formen vernach-

lässigten, wurden sie ohne Zweifel die ersten Blumenzüchter. Unter allen Thieren findet sich eine so nahe Beziehung zu der blühenden Welt vielleicht nur noch bei einigen Blumensaft saugenden Vögeln, und es wäre wohl richtiger, von der Liebe des Schmetterlings zur Blume, als von derjenigen der Nachtigall zur Rose zu dichten.

Am genauesten bekannt sind wir mit der Insektenfauna des Braunkohlenwaldes. Das Harz, welches der Bernsteinkiefer reichlich entfloß, hat unzählige dieser kleinen Thiere wie Schneewittchen in eine Glashülle eingesargt, um sie unversehrt und mit den zartesten Gliedtheilen der Nachwelt zu überliefern. Martial hat eine Biene, eine Ameise und ein Schlänglein der Vorwelt, deren Bernsteinsärge zu Schmucksteinen verarbeitet waren, in drei anmuthigen Gedichten besungen, von denen das eine hier mitzutheilen erlaubt sein mag:

Während am Heliasbaum, dem thränenden, kriechet ein Schlänglein,
Flossen die Tropfen vom Harz auf das sich sträubende Thier,
Und indeß es erstaunt, sich gefaßt von dem klebrigen Naß fühlt,
Ward es, gefesselt alsbald, starr im geronnenen Harz.
Du, o Cleopatra, sei nicht stolz auf dein königlich Grabmal,
Wenn um ein Schlängelein sich schließet ein edleres Grab.

Die Insekten des Bernsteinwaldes stehen natürlich den heute lebenden sehr nahe, während das damals lebende Wirbelthier noch so viele Wandlungen durchzumachen hatte. So sind grade sie, die zu allen Zeiten in Gemeinschaft mit den niedersten Thier- und Pflanzenformen das Todtengräberamt der Natur zu verrichten hatten, welche sich, wie noch heute, beeilten, die abgestorbenen Thier- und Pflanzenkörper auf das Schleunigste zu beseitigen und ihre Spur auszutilgen, diejenigen, welche der Zahn der Zeit am wenigsten berührte. Manches vorweltliche Thier, dessen weiche Theile vielleicht einen Abdruck im Schlamm zurückgelassen hätten, wurde von ihnen aus der Zeitenchronik gestrichen, während der alles verschlingende Saturn in ihnen seine getreuesten Diener und Gehilfen vor dem Untergange beschützte. Aus dem verwesenden Fleische des letzten Riesen-Sauriers stiegen die Aasfliegenschwärme empor, wie heute von dem auf der Prairie verendeten Büffel, verjüngt und neugeboren aus dem Vergehenden. Nicht eine Entstehung, wie die Alten glaubten, wohl aber eine Verjüngungs-Gelegenheit ist die Verwesung für sie.

Wenige niedere und höhere Thiere glichen den Insekten in ihrer Ausdauer und Formbeständigkeit. Die Insekten des Steinkohlenwaldes waren, wenn man von einzelnen Ausnahmen absieht, im Durchschnitt nicht erheblich größer, nicht abenteuerlicher gestaltet, als die kauenden Insekten unserer Zeit, während die Kopffüßler, Krebse, Fische u. s. w. jener Zeit kaum noch ähnliche Verwandte aufzuweisen haben und das Landwirbelthier seine Laufbahn erst eben begonnen hatte. Nur einige Urflügler, Wasserkäfer und auf

dem Rücken schwimmende Wasserwanzen übertrafen ihre heutigen Vettern an Größe, und einzelne Netzflügler der Steinkohlen- und Liaszeit erreichten vielleicht einen bis zwei Fuß Flügelspannweite. So bleibt denn auch der Einfluß des Menschen, der so viele höhere Thiere gezähmt, durch Züchtung zahlreiche Pflanzen und Thiere in ihrer Gestalt wunderbar verändert hat, dem Insekt gegenüber allein machtlos. Unter allen Hausthieren, sagt Darwin, ist keines, bei welchen des Menschen Einwirkungen ebenso spurlos geblieben wären, wie bei der Biene. Daß sich aber die wunderbaren Kunsttriebe einiger Insekten dennoch nur allmälig während einer langen Vergangenheit entwickelt haben, ist kaum zweifelhaft. Noch heute sehen wir Immenarten, die ihre Zellen nicht aus Wachs, sondern aus Lehm und Sand bauen; gehören diese Mauerbienen und Grabwespen vielleicht Arten an, die schon lebten, als Honig und Blumenstaub noch so sparsam in der Welt waren, daß man ihrer ausschließlich zur Ernährung bedurfte? Doch die Apis adamitica der Tertiärzeit war bereits eine echte Honigbiene und bauete wohl auch bereits aus Wachs eine, wenn auch einfachere Zelle. Die mexikanische Biene erbaut ihre Wohnung noch jetzt viel einfacher als unsre Zuchtbiene, so daß man die Entstehung ihrer architektonischen Talente stufenweise verfolgen kann; die Bekundungen eines sozusagen mathematischen Instinktes, die man früher im Zellenbau der Bienen bewunderte, sind nach Müllenhoff und andern Beobachtern in Wirklichkeit nicht vorhanden, sofern die hexagonale Säulenform derselben lediglich die mechanische Folge des gegenseitigen Druckes auf einander zu sein scheint.

Nachdem sich Bienen und Ameisen einem geselligen Leben gewidmet hatten, schritten sie eben dadurch in gesteigertem Grade vorwärts; sie sammelten Erfahrungen und es entwickelte sich durch weitgetriebene Arbeitstheilung in diesen kleinen Staaten ein Geist der Ordnung und Arbeitsamkeit, auf welchen der Prediger Salomo mit Recht den Trägen hinweisen durfte. In der gesellschaftlichen Entwicklung der Ameisen glaubt Lubbock, einer ihrer neueren Beobachter, ganz ähnliche Civilisations-Stufen nachweisen zu können, wie in der Entwicklung der Menschheit, nämlich ungesellige Jäger-Völker, Hirtenvölker, die sich Hausthiere gezähmt haben, und endlich ackerbauende Arten. Zu ihren Hausthieren gehören namentlich die Blattläuse, die ihnen gleich Melkkühen einen zuckerartigen Saft geben und von ihnen sorgsam gegen andre Thiere beschützt werden, sowie eine Reihe von Käfern, von denen vielleicht manche als Schlachtthiere dienen, und man hat gefunden, daß in ihren Bauten mehr Hausthiere leben, als in den Ansiedlungen der Menschen. Ziemlich zahlreiche Ameisenarten der alten und neuen Welt legen kunstvolle Bauten an, und sammeln für die ungünstige Jahreszeit Sämereien, die sie gegen das Keimen zu schützen wissen. Eine Ameisenart (Pogonomyrmex barbatus), die in Texas beobachtet wurde, pflegt den Ameisen-Reis, eine Grasart (Aristida oligantha), indem sie auf weiten Um-

kreisen ihres Baues nur diese Grasart aufkommen läßt, und alles Unkraut fleißig vertilgt, die reifen Körner aber sammelt sie höchst sorgsam in Magazinen. Fast noch mehr an menschliche Sitten erinnern die auf ähnlichen Ausbildungs-Stufen verfolgbaren kriegerischen Instinkte vieler Ameisen, die ihren besonderen Soldatenstand und stehende Heere haben. In ihrem wohlgegliederten Staatswesen gleichen sie den Menschen mit Uebertreibung des hier und da vorkommenden Zunft- und Kasten-Wesens, indem ihre Arbeiter, Soldaten u. s. w. schon als solche geboren werden, und darum noch enger als die menschliche Gesellschaft zu einem Staats-Organismus, einem zusammengesetzten Gesellschaftsthier zusammenschließen.

Nicht weniger menschlich erscheint der Instinkt einiger Arten, Sklaven zu halten, die alle ihre Bedürfnisse stillen und ihre Arbeiten verrichten müssen, während sie selbst nichts thun, als ihre Art fortpflanzen und neue Sklaven rauben. In unseren Wäldern beobachtete Huber eine braunrothe Ameise, die kaum im Stande ist, sich selbst zu ernähren, und an das Nektar absondernde Pistill einer Blume gesetzt, daselbst verhungerte. Sie raubt darum die Larven einer andern Art, um sich von den sorgfältig aufgezogenen Sklaven füttern zu lassen. Man hat die Vermuthung ausgesprochen, daß das vielleicht Ameisen einer ältern, blüthenlosen Epoche seien, die sich nicht von Pflanzensaft zu ernähren im Stande wären und nur vermöge ihrer geistigen Kräfte einen Ausweg gefunden hätten. Jedenfalls haben sie die ältere selbstständige Ernährungsweise in ihrem verfeinerten Culturzustande verlernt, und sind Leuten zu vergleichen, die nichts gelernt haben und nicht in die Lage kommen dürfen, sich durch ihrer Hände Arbeit ernähren zu sollen. Das Lehrreichste sind die körperlichen Veränderungen, denen die einzelnen Mitglieder eines Ameisen- oder Bienenstockes ihrer Bestimmung und Thätigkeit gemäß unterliegen, und die zum Theil nur durch abweichende Nahrung oder Brutpflege hervorgebracht werden sollen. Bei einigen erst in neuerer Zeit beobachteten Ameisenarten Amerikas und Australiens werden sogar einzelne Arbeiter durch Ueberfüllung ihres Vormagens mit Honig zu bloßen lebenden Vorrathstöpfen benutzt, die an der Decke einer Kammer ihres Baues aufgehängt werden. Bei einzelnen Ameisenarten beobachtet man mehr als fünf verschiedene Formen, die zum Vortheil ihres Staates unabläßig, jede in ihrer Weise thätig sind. In ihrer Betriebsamkeit und strengsten Pflichterfüllung erinnern Ameisen und Bienen unwiderstehlich an die Chinesen.

Dennoch hat man die geistigen Fähigkeiten der Insekten häufig zu hoch angeschlagen und neuere Untersuchungen von John Lubbock erweisen, daß unter andern das Mittheilungsvermögen bei Bienen und Wespen durchaus nicht so hoch entwickelt ist, als man anzunehmen geneigt war. Man wollte z. B. beobachtet haben, daß eine Biene, die einen Fleck Honig entdecke, nach ihrer Sättigung fortfliege und nachher stets mit Gefährtinnen zurückkehre. Diese Angabe wurde aber durch genauere Versuche keineswegs bestätigt; die

mit Erkennungszeichen versehenen Thiere kehrten vielmehr verschiedene Male, aber meistens ohne Gesellschaft, zu der aufgefundenen Nahrungsquelle zurück. Wahrscheinlich ist es nur das Ansammeln selbstständiger Entdecker auf Beutestücken, die sich dem Gesichts- oder dem Geruchssinn verrathen, welches zu diesen Annahmen verführt hat. Daß der Gesichtssinn bedeutend entwickelt ist, glaubte Lubbock daraus schließen zu können, daß, wenn er auf verschiedenfarbigen, nebeneinanderliegenden Papierstreifen Honigtröpfchen vertheilte und eine gekennzeichnete Biene z. B. auf dem rothen Streifen sich letzen ließ, sie stets zu diesem zurückkehrte und ihn mithin wohl von den andersfarbigen Streifen zu unterscheiden im Stande sein mußte. Ueberhaupt beruht, wie wir bald sehen werden, auf dem durch Beobachtungen festgestellten Farben-Unterscheidungsvermögen der höheren Insekten, die moderne Erklärung der bunten Farbenwelt der Blumen.

Ganz zuletzt, gewissermaßen als die farbenprächtige Blüthe des Insekten-Geschlechtes, erscheint der Schmetterling, von dem wir sichere Spuren erst in tertiären Schichten antreffen. Bei ihm ist die Umwandlung der Mundtheile am vollkommensten, alle Fähigkeit zum Kauen und Stechen ist verschwunden; von den drei Kieferpaaren ist nur noch eins thätig, indem es sich zu einem Saugrüssel umwandelt, der nur noch Blumensaft saugen, aber nicht mehr verwunden kann.

Mit den Augen des Geistes kann man die Geschichte dieser feenhaften Töchter der Luft weit zurückverfolgen in der Geschichte des Lebens, und wir kehren dabei wieder zu den Netzflüglern (Neuroptera) zurück. Ueber die stagnirenden Gewässer der Liasinseln schwebten bereits seine zarteren, gleichsam aus blauer Luft gewebten Vorfahren dahin: zierliche Libellen in Arten, die von den heute lebenden nur wenig abwichen. (Fig. 207.) Wenn wir auf einer Platte des Solenhofer Juraschiefers Hunderte ihrer Larven nebeneinander erblicken, so müssen wir uns die warme Luft jener Tage in dichten Schaaren von ihnen durchgaukelt denken. Man ist versucht zu glauben, daß diese Libellen bereits einer fröhlicheren Welt angehörten, einer Welt mit Blumen und lichten Wiesen, auf denen sie honigsaugend umhertändelten. Doch nein, die echten Wasserjungfern gehören noch zu den oben charakterisirten

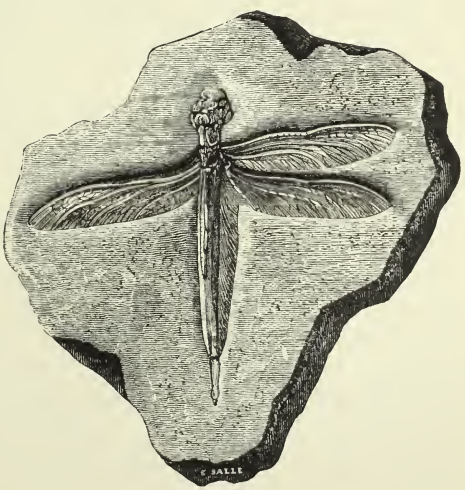


Fig. 207.
Libelle aus dem Liasschiefer von Solenhofen.

Insekten der ersten Periode, sie haben eine unvollkommne Verwandlung, sind mit starken Freßwerkzeugen versehen und waren, was sie sind, Raubthiere, die den kleineren Wasserbewohnern nachstellen, sobald sie sich an der Oberfläche zeigen, gefräßig wie alle Insekten der Primär- und Sekundärzeit. Im Schmetterlingsleben erinnert nur noch die gefräßige Raupe an diesen Urzustand der Rohheit und des reinen Bauchlebens.

Ihnen folgten zunächst Sumpflibellen (Sialiden), Insekten mit vollkommener Verwandlung, dann die sogenannten Frühlingsfliegen, Wasserschmetterlinge oder Köcherjungfrauen (Phryganeen, Fig. 208), deren Larven in den Teichen und Gräben leben, wo sie aus Zweigen und Schilfstückchen, Sandkörnern und andern Bausteinen ein Haus bauen, das zuweilen die erstaunlichste Aehnlichkeit mit Schneckenhäusern hat (Fig. 162), als hätten sie von der Architektonik ihrer Wasser-Nachbarn etwas gelernt. In einigen Epochen der Sekundärzeit waren diese zwischen Libellen und Schmetterlingen in der Mitte stehenden Thiere, welche im ersten Frühjahre aus dem Wasser steigen und daher auch Frühlingsfliegen genannt werden, so häufig, daß sie mit ihren röhrenförmigen Stein- und Kalkgehäusen sich hier und da am Bau der Erdrinde betheiligt haben. Es war eine weitere Anpassung des Libellen-Typus an das Blüthenleben; die Köcherjungfrauen haben eine vollkommene Umwandlung und saugen im erwachsenen Zustande Blumensaft. So dürftig ihr Flügelkleid, mit dem Prachtgewand eines schimmernden Tagschmetterlings verglichen, aussieht; es ist doch von dem einiger Motten und Eulen auf den ersten Blick kaum zu unterscheiden, und Nachtschmetterlinge waren die Vorflieger des Falterzuges. Die ältesten, aber noch zweifelhaften Schmetterlinge sind unserem Windig ähnliche Schwärmer, die man im Oolith von Solenhofen gefunden hat. Nachrichten über in Steinkohlenschichten gefundene Schmetterlinge, wie sie in neuerer Zeit wiederholt aufgetaucht sind, mußten unglaublich erscheinen, schon weil es damals keine Blumen gab und die ganze Entwicklung des Insektenreichs einem so frühen Auftreten widerspricht. In der That haben sich die vermeintlichen Steinkohlen-Schmetterlinge bei genauerer Untersuchung in Ur- und Netzflügler verwandelt.

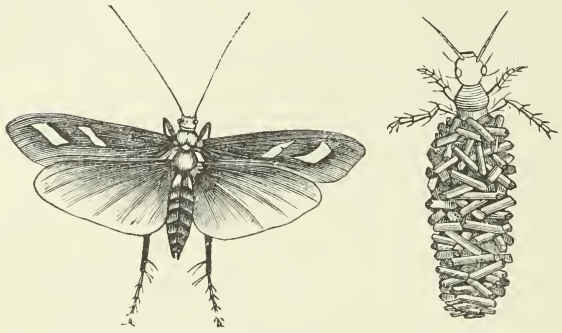


Fig 208.
Köcherfliege (Phryganea rhombica) nebst der Larve, die sich aus Halm- und Zweigstückchen ein tragbares Haus verfertigt hat.

Die Uebereinstimmung der Schmetterlinge mit den Frühlingsfliegen

ist im Einzelnen von Speyer, Fritz und Hermann Müller so klar nachgewiesen worden, daß man nicht mehr daran zweifeln kann, daß jene meist zu den Libellen gestellten Phryganeen ihre Vorfahren sind. Als ihnen zunächst stehende Schmetterlinge sind nach Speyer Psychiden, Tineinen, Hepialiden und besonders Micropteryginen aufzufassen, als am weitesten von ihnen entfernte die Tagfalter zu betrachten. Von den genannten Schmetterlingsarten theilen viele mit den Frühlingsfliegen die Eigenthümlichkeit, daß die Larven in selbstverfertigten Hülsen leben, so z. B. die sogenannten Sackträger-Raupen (Psyche), unter denen sich einige aus Halmstückchen, Blatt- und Rindentheilen eine Art Schuppenpelz verfertigen, während die eine Art (Psyche Helix) sich aus Sandkörnchen ein ganz ähnliches Schneckenhaus erbaut, wie Helicopsyche unter den Frühlingsfliegen. Ebenso wie bei diesen, werden dabei die Brustfüße herausgestreckt, während sich der Hinterleib durch Nachschieber oder Häkchen an der Röhre festklammert. Die obenerwähnten Schmetterlingsfamilien theilen außerdem mit jenen die Art des Fliegens und am Boden Hinrutschens,

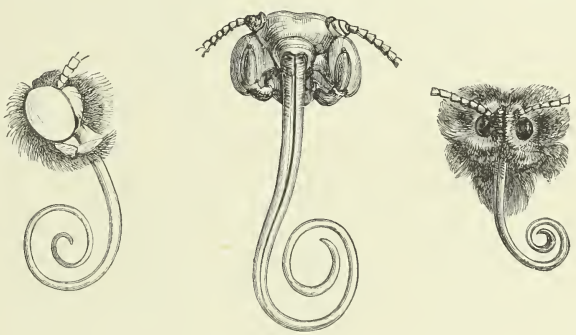


Fig. 209.
Schmetterlingsrüssel.

die Bekleidung der Flügel mit lose eingepflanzten Härchen statt der Schuppen und viele andre Eigenthümlichkeiten. So finden sich die beiden, die Wurzel der Vorderflügel der Schmetterlinge bedeckenden Schulterdecken in unvollkommner Entwicklung schon bei den Phryganiden, und die Aehnlichkeit des Flügelgeäders tritt, wie Fritz Müller gezeigt hat, besonders hervor, wenn man als Vergleichsobjekt nicht den fertigen Schmetterling, sondern den Schmetterling in der Puppe betrachtet, also einen Jugendzustand, in welchem noch die Uebereinstimmung größer ist, als später. Durchgreifend verschieden sind die Phryganiden von den Schmetterlingen nur durch die Gebrauchsfähigkeit der Beine gegen Ende des Puppenzustandes und durch die Umbildung ihrer während des Jugendzustandes (wie bei den Schmetterlingen) beißenden Mundtheile zu Schöpf- und Leckorganen. Während sich nämlich bei den Schmetterlingen die Unterkiefer zu hornigen Halbrinnen gestalten, die sich zu einem mehr oder weniger langen, aufrollbaren Saugrüssel (Fig. 209) zusammen legen, bilden sich bei den Frühlingsfliegen die Mundtheile durch Verschmelzung von Unterkiefer und Unterlippe zu einer rinnenförmigen Schnauze um, die nur Flüssigkeiten schöpfen oder lecken kann.

Herrmann Müller hat sich das Verdienst erworben, in allgemeinen Umrissen gezeigt zu haben, sowohl wie die honigliebenden Insekten farbige und wohlriechende Blumen gezüchtet haben, als besonders auch die Rückwirkung der Blumen auf die Insekten, die Umgestaltung ihres gesammten Körperbaues durch die Blumenausbeutung. Namentlich gelang es ihm, bei den Bienen, von ihren muthmaßlichen Stammeltern, den Graswespen (Prosopis), ausgehend, bis zu dem ausgeprägten Saugrüssel der Hummel und Honigbiene (Fig. 205), die mannigfachsten Uebergangsstufen nachzuweisen und so die stattgehabte Umwandlung Schritt für Schritt zu verfolgen. Dagegen ließ sich zwischen dem Rüssel der Schmetterlinge und dem Munde der Phryganiden keine Zwischenstufe erkennen, da die sehr zurückgebildeten Rüssel mancher Falter wahrscheinlich nur nachträgliche Verkümmerungen darstellen. Er findet die Erklärung dieses Unterschiedes aber in der Einseitigkeit der Schmetterlings-Anpassung an die Gewinnung tief geborgenen Blumenhonigs, die stets in der Natur eine schnellere und vollkommenere Umwandlung zur Folge zu haben pflegt. Während nämlich die Bienen gleich den Grabwespen auf die Anfertigung und Sicherstellung ihrer Bruthöhlen eine sehr bedeutende Arbeit verwenden müssen, wozu sie ihre Oberkiefer in unveränderter Gestalt brauchen, so daß zur Honiggewinnung nur Unterkiefer und Unterlippe mit ihrer sogenannten Zungenspitze (Fig. 205$_3$ b) umgewandelt werden konnten, brauchen die Schmetterlinge gleich den Phryganiden der Brutversorgung keine weitere Mühe zu widmen, als das Aussuchen eines passenden Ortes zum Ablegen der Eier und allenfalls noch die schützende Ueberkleidung derselben mit einem Gespinnst. Mithin konnten sich die Mundtheile der einzig der Liebe und den Blumensüßigkeiten nachgehenden Falter in einseitigster und ungebundenster Weise der Ausbeutung auch der versteckteften Honigquellen anpassen. Für den raschen Erfolg war dann ohne Zweifel die Beschränkung dieser Umbildung auf ein Paar einzelne Stücke der Mundtheile, die Kieferladen, höchst förderlich. Denn diese konnten, indem sie sich verlängerten, rinnig aushöhlten und zu einer langen Röhre zusammenlegten, gewiß sehr bald durch Naturauslese zum typischen Schmetterlingsrüssel umgeprägt werden. Bei den Bienen dagegen wurde derselbe Anpassungsvorgang nicht nur durch den gleichzeitigen Gebrauch der Oberkiefer für die Brutversorgung, sondern auch wahrscheinlich dadurch verlangsamt, daß eine größere Mannigfaltigkeit von Theilen, nämlich Unterkiefer, Unterlippe und Lippentaster (Zunge) sich daran betheiligten und zu einem zusammengesetzten Saugapparate vereinigten, der zwar mitunter ebenfalls eine ansehnliche, zur Ausbeutung sehr tiefer Röhrenblumen ausreichende Länge erreicht, aber nur zusammenlegbar, nicht einrollbar ist. Während nun die Ausprägung des typischen Bienenrüssels erst im Verlaufe unabsehbarer Generationen und zahlreicher Verzweigungen der Familie stattgefunden haben mag, scheint im Gegentheil die Vollendung des Schmetterlingsrüssels schnell, und schon bei dem ur-

sprünglichen gemeinsamen Stamme der Schmetterlingsfamilie noch vor ihrer Theilung in verschiedene Zweige eingetreten zu sein.

Für die Richtigkeit der im ersten Augenblicke etwas gewagt erscheinenden Vermuthung Herrmann Müllers, daß nämlich die Umbildung zweier Kieferladen in einen Schmetterlingsrüssel nur eine verhältnißmäßig kurze Zeit gedauert haben möge, tritt in der Käfergattung Nemognatha ein ebenso merkwürdiger als wichtiger Zeuge hervor, indem nämlich bei einigen noch jetzt lebenden Arten dieser Gattung dieselbe Umbildung uns in mehreren Stufen

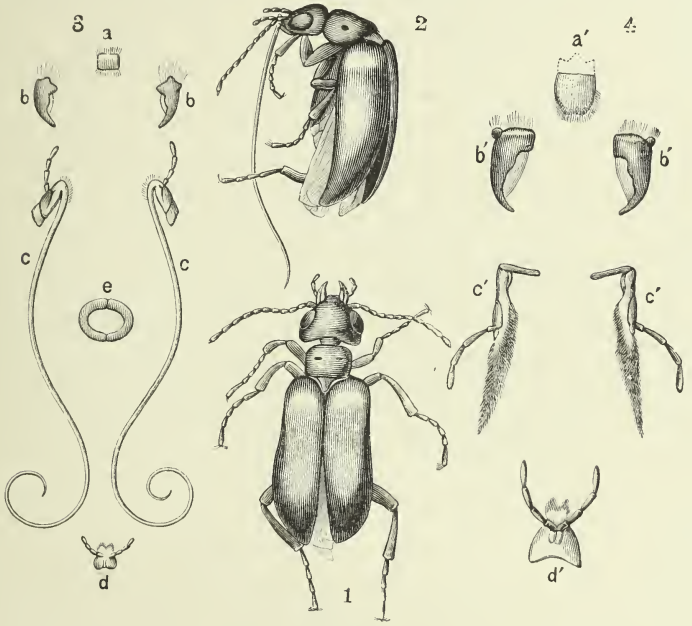


Fig. 210.

1, 2 Nemognatha vom Itajahy von oben und von der Seite (2:1). 3 Mundtheile derselben. 4 Mundtheile der Nemognatha chrysomelina aus Südfrankreich (4:1). a und a' Oberlippe. b und b' Oberkiefer. c und c' Unterkiefer. d und d' Unterlippe. e Die beiden Kieferladen im Querschnitt stärker vergrößert.

thatsächlich vor Augen tritt. Bei der in Südfrankreich einheimischen Nemognatha chrysomelina sind nämlich die Kieferladen, wenn auch bereits stark verlängert und pinselförmig behaart (Fig. 210₄), doch noch von ganz derselben Bildung wie bei andern Käfern. Bei einer schwärzlich blauglänzenden Art dagegen, die Fritz Müller an Winden saugend, am Itajahy in Südbrasilien beobachtete (Fig. 210), haben sich die Kieferladen außerordentlich verlängert, rinnig ausgehöhlt und zu einem Saugrüssel zusammengelegt, der abgesehen von der ihm fehlenden Zusammenrollbarkeit, ganz wie ein Falterrüssel gebraucht wird. Hier hat sich also in der verhältnißmäßig kurzen Zeit, welche die Käfergattung Nemognatha gebraucht haben mag, um sich in mehrere Arten zu theilen, aus

Kieferladen von gewöhnlicher Bildung ein Saugrohr, wie es die Schmetterlinge besitzen, gebildet, also dasselbe, was wir, um die anscheinend unüberbrückbare Kluft zwischen Phryganidenmund und Schmetterlingsrüssel verstehen zu können, für die Stammeltern der Schmetterlinge voraussetzen mußten.

Die Metamorphose der Insekten läßt indessen nicht so einfache und direkte Rückschlüsse auf die Abstammung zu, wie etwa diejenige der Quallen und Krebsthiere, deren Larven im Seewasser so ziemlich immer denselben äußeren Einflüssen ausgesetzt waren. Die auf dem Festlande ihre Nahrung suchenden Insektenlarven waren viel größeren Schwankungen von Licht und Dunkelheit, Wärme und Kälte ausgesetzt, und hatten auch eine größere Auswahl in der Ernährungsweise durch verschiedene Pflanzenstoffe, Säfte und Zuckerstoffe absondernde Blumen, Thierreste u. s. w. Der in der Tertiärzeit eingetretene Jahreszeitenwechsel berührte die Wasserthiere wenig, desto mehr die Landthiere, die er zur Verpuppung, Winterschlaf, Wanderungen u. s. w. nöthigte. Durch diese Umstände ist die Entwickelung der ihr Larvenleben im Freien verlebenden Thiere zum Theil viel sprunghafter geworden, indem sich Ruhezustände einschoben, in denen eine vollkommene Umwandlung sich vorbereitet und nachher desto überraschender vollzieht. Außerdem hat der Umstand, daß schon die Larven in dem Kampfe um's Dasein vielseitigeren Angriffen und Bedrohungen ausgesetzt waren, häufig den Gang der Metamorphose bedeutend verändert, und eine „Fälschung" des regelrechten Entwickelungsganges (Cenogenesis) hervorgebracht, die uns sehr irre führen würde, wenn wir ihr blindlings mit direkten Schlüssen folgen wollten. So z. B. sind die meisten Insekten ursprünglich ganz auf harte Nahrung, seien es Holz-Blätter- oder Thierstoffe, angewiesen gewesen, zu deren Bewältigung sie harte Kiefern und Greifzangen gebrauchten. Aber indem später manche Insekten ihre Larven mit Honig oder weicher animalischer Nahrung versorgten, entstanden bei Arten der verschiedensten Insektenklassen „madenförmige" Larven, z. B. bei Hautflüglern, Zweiflüglern und wie wir sogleich sehen werden, sogar bei Käfern. Diese madenförmigen Larven, deren Freß-Bewegungs- und Sinnesorgane mehr oder weniger zurückgebildet erscheinen, könnten in Folge dessen für sehr alte und ursprüngliche Formen gehalten werden, aber es sind, wie dies wohl zuerst von Fritz Müller betont wurde, vielmehr verhältnißmäßig neue Formen, denen dadurch, daß ihre an Intelligenz fortgeschrittenen Eltern sie für das Larvenleben mit flüssiger Nahrung versorgten, Kiefer, Kopf, Augen, Beine und zum Theil auch der After überflüssig wurden und daher verloren gingen. Nach den schönen Untersuchungen Bütschli's über die embryonale Entwickelung der Biene wissen wir, daß der junge Embryo einen vollständigen aus vier Segmenten bestehenden Kopf mit drei Kieferpaaren, wie die Blattwespenlarven oder sogenannten Afterraupen, besitzt, diese Theile aber ebenso wie die für die Insekten typischen drei Fußpaare, ehe er noch als Made ausschlüpft, verliert. Aehnliche Rückbildungen, die sich nur durch die Anpassung

an eine neue, bequemere Lebensweise erklären lassen, findet man auch bei Zweiflüglern und besonders schön bei einer Käferfamilie, zu welcher die bekannten Maiwürmer oder Oelkäfer (Meloë), der Spanischfliegenkäfer (Lytta) und der Bienenkäfer (Sitaris) gehören.

Der rothschultrige Bienenkäfer (Sitaris muralis), welcher in Südeuropa häufig ist, wurde in seiner merkwürdigen Entwickelung zuerst von dem ausgezeichneten französischen Entomologen Fabre beobachtet. Derselbe fand ihn in den Erdlöchern einer Schnauzenbiene (Anthophora pilipes) und sah, wie im September aus den Eiern einen Millimeter lange Larven (Fig. 211 a) mit Doppelaugen auf jeder Kopfseite, langen Fühlern, drei Beinpaaren und Schwanzborsten hervorkamen, Larven, die denen der meisten Käfer im Allgemeinen gleichen. Diese sehr beweglichen Lärvchen schlüpfen jedoch nicht aus, sondern hocken auf einem Haufen, bis im Frühjahr die rechtmäßigen Zellenbewohner, die jungen Schnauzenbienen ausschlüpfen. Die Sitarislarven springen dabei auf die zuerst auskriechenden Männchen der Bienen, klammern sich fest und gelangen von ihnen auf die später erscheinenden Weibchen. Diese bauen nun gleich andern Bienen Nester, tragen Honig ein, legen je ein Ei auf den aufgespeicherten Nahrungsvorrath und schließen die Zelle. Allein sie haben ihre Rechnung ohne den Gast gemacht. Die Sitarislarven sind vorher auf die Bieneneier gesprungen, fressen dieselben auf, um die den Bienenlarven bestimmten Vorräthe allein verzehren zu können, wobei sie auf der Eischale wie auf einem Flosse im Meere des Honigüberflusses schwimmen. Um nun diesen Reichthum aufnehmen zu können, und sich nach halbjährigem Fasten gründlich zu entschädigen, werfen sie die harte Körperhülle ab und verwandeln sich in eine weiche augenlose Made mit zurückgebildeten Gliedmaßen. Die erwachsene Larve des zweiten Stadiums (b) hat nun im Verhältniß zu a wieder ein mehr madenartiges Ansehen, verkürzt sich allmälig, erhärtet, nimmt die zur Ueberwinterung geeignetste eiförmige Gestalt an und wird von Fabre als Scheinpuppe, Pseudonymphe (c) bezeichnet. Im nächsten Frühjahr geht aus ihr eine dritte, wiederum der zweiten ähnliche Larvenform (d) hervor, und aus dieser durch nochmalige Häutung erst die wirkliche Puppe (e), aus der dann im August des zweiten Jahres der fertige Käfer

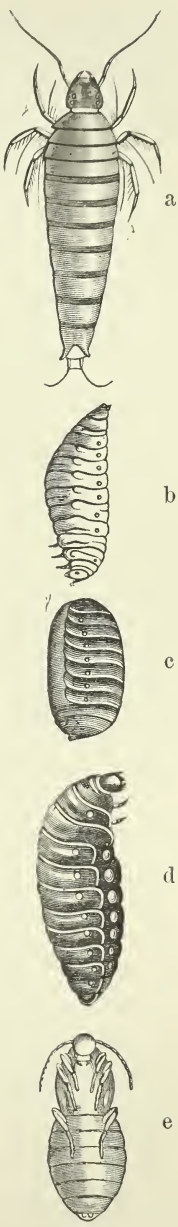


Fig. 211. Entwicklung von Sitaris muralis. (Alle Larvenformen vergrößert.)

hervorgeht. Aehnliche Beobachtungen hatte Dufour schon früher bei Parasiten anderer wilden Bienen gemacht, die sich als die Larven des Maiwurms oder Oelkäfers auswiesen, und in neuerer Zeit hat Lichtenstein eine ganz ähnliche vor- und rückschreitende Metamorphose bei den Larven des Spanischfliegen-Käfers beobachtet.

Hier sehen wir auf das Deutlichste, daß in den Larvenzuständen der Insekten sich Anpassungen an äußere Lebensverhältnisse bemerkbar machen und daß wir bei ihnen keine unveränderte Wiederholung der Ahnenreihe, kein regelmäßiges Fortschreiten zum Vollkommneren, kein von außen unbeeinflußbares Entwicklungsgesetz zu suchen haben. Denn das wäre doch ein sonderbares „Entwicklungsgesetz", welches die Gliedmaßen, die das vollkommene Insekt braucht, erst vollständig anlegen und dann ebenso vollständig zurückbilden wollte, um sie schließlich von Neuem zu bilden. Es würde von diesem Gesichtspunkte beinahe aussehen, als ob die ihres Weges nicht ganz sichere „Lebenskraft" das Bild der Larve erst „im Unreinen" probirte, dann völlig auslöschte und endlich beim dritten, vierten oder fünften Anlauf zu Stande brächte. Die Ursache ist die, daß Larven, die längere Zeit hindurch sich ihre Nahrung selbst suchen müssen, eben so dem günstige Abänderungen erzeugenden Kampfe ums Dasein ausgesetzt sind, als vollendete Thiere, und so haben, wie wir in einem späteren Kapitel sehen werden, auf Gräsern lebende Schmetterlingsraupen grüne Längsstreifen erlangt, und solche, die auf gerippten Blättern leben, schräge Querstreifen u. s. w., weil dieselben zu ihrer bessern Verbergung vor ihren Feinden dienten, während die im Marke der Pflanzen lebenden Raupen farblos blieben, und solche, die am Tage auf der Erde und im welken Laube zubringen, erdfarben wurden.

Wenn man nun aber auch aus den Insektenlarven wegen dieser nachträglichen Veränderungen der ursprünglichen Entwicklungsformen (Cenogenesis) keine weitergehenden Schlüsse ziehen darf, (etwa daß z. B. alle Insekten, die aus madenförmigen Larven entstehen, näher untereinander verwandt wären), so hat doch Weismann gezeigt, daß eine sorgfältige Untersuchung z. B. der Zeichnungen der Schwärmerraupen sehr wichtige Aufschlüsse über den Stammbaum einer Gattung liefern kann. Denn hierbei zeigte sich ganz ähnlich, wie in den S. 246 erwähnten Untersuchungen über die Ammonitenschale, daß Veränderungen der Zeichnung und Färbung, die eine Raupe durch Naturzüchtungen erworben hat, bei andern Raupen, die offenbar Abkömmlinge des betreffenden Insekts sind, in einen früheren Lebensabschnitt, wie sie durch die verschiedenen aufeinanderfolgenden Häutungen bezeichnet werden, hinaufrückt, so daß eine Schmetterlingsart, deren Raupe einen auffallenden Charakter der Färbung und Zeichnung ihrer Verwandten früher aufweist als diese, meist als jüngere Art betrachtet werden kann.

Im Uebrigen erschien es Weismann, als ob durch das selbstständige Variiren der Larvenformen das Endprodukt oder vollkommene Insekt nicht

wesentlich berührt würde, und dies stimmt mit der anderweiten Erfahrung, daß erst ein an sein letztes, durch Vererbung vorgeschriebenes Ziel gelangtes Lebewesen sich endgiltig weiter bilden kann, wovon wir in einem spätern allgemeinen Kapitel auch von Schmetterlingen merkwürdige Beispiele kennen lernen werden. Die Larve hat nur die Aufgabe, die für die starken Umwandlungen erforderlichen reichlichen Nahrungs- und Reservestoffe einzusammeln; wie sie diese Aufgabe unter Umwandlung ihrer Gestalt am besten erfüllt, ist eben ihre Sache. So ist auch der Puppenzustand vieler höherer Insekten, und zumal der Schmetterlinge, nur eine durch äußere Verhältnisse, periodische Dürre, Jahreszeitenwechsel und dergleichen Hemmnisse gebotene Unterbrechung der regelmäßigen Fortbildung, ein Uebergangsstadium. Wie der Adam in der Bibel, so sinkt das Thier in einen tiefen Schlaf, sich kaum bewegend, sammelt und spart es alle Kräfte für die Umwandlung des alten in einen neuen Adam. Die Raupe hat das Gebiß und den Magen auf das Fruchtbarste arbeiten lassen, um einen Vorrath des kräftigsten Lebensstoffes für diese lange Pause des Fastens und der inneren Sammlung anzuhäufen. Endlich ist das große Werk vollendet. Aus der abgestreiften Hülle des alten Sündenlebens steigt das verklärte Bild der Neuzeit, wie die Blume aus der Knospe. Es ist die Blüthe des Kerbthierlebens, denn ihr Dasein ist gleich der Pflanzenblüthe nur der Fortpflanzung gewidmet, während die Raupen und anderen Larvenzustände ein oft langes Dasein geschlechtslos verbrachten. Jene Vervollkommnung und Vergeistigung der Insektenwelt im Schmetterling haben die Dichter aller Zeiten erfaßt, indem sie ihn zum Symbol der Psyche erhoben, die sich dem niedern, thierischen Dasein entringt und frei in die Höhe steigt.

XI.

Das Kleid der Erde.

(Landpflanzen.)

Denn nicht hat, wie mich dünkt, die Geschlechter (höherer Pflanzen)
Niedergelassen ein goldenes Seil vom Himmel zur Erde;
Noch das Meer sie erzeugt, noch die klippenreichen Gestade,
Sondern die Erde, die jetzt sie ernährt, hat sie auch geboren.

Lucrez II. 1123 ff.

Aus dem fast vollständigen Mangel aller und jeder Reste von Landthieren und Landpflanzen in jenen langen, die Hälfte des Gesammtalters der Erdveste umfassenden Primordialschichten hat man schließen wollen, daß bis gegen Ende der Silurzeiten ein allgemeines Meer das Erdenrund umflossen haben müsse, daß weder kleinere, noch größere Inseln bis dahin aus der nassen Wüste hervorgetaucht seien. Es ist das ein offenbar völlig unberechtigter Schluß und im Gegentheil war der Wechsel der Oberflächenbildung damals wahrscheinlich ein häufigerer als später; bald hier, bald dort tauchte demgemäß eine mit grünen Meeresalgen bedeckte Insel, wie das mit grünem Kranze geschmückte Haupt eines Meeresgottes aus der lauen Fluth empor. Das thatsächliche Fehlen von Lebewesen des festen Landes in diesen Schichten beweist an sich gar nichts weiter, als daß das Meer damals der einzig *sichere* Mutterschooß alles Erdlebens gewesen ist, so lange das Festland und seine Süßwasser-Ansammlungen ihm keine dauernde und verläßliche Uebersiedelungsstätte boten. In diesem Sinne sehr treffend, legten die alten Hellenen, die wohl sahen, daß Alles aus dem Meere hervorgegangen ist, ihrem Gotte Neptun den Namen des Urväterlichen (Patrogeneios) bei. Wahrscheinlich war das älteste Festland zu unbeständig, der Wechsel zwischen Trockenheit und Ueberschwemmung noch zu häufig, um auf ihm eine eigenartige Lebewelt gedeihen zu lassen, und in den seltenen Ausnahmefällen, in denen sie einige schüchternen Versuche, sich dem Land- und Luftleben anzupassen, einige unsichere

Schritte auf dem Festlande gemacht haben mag, wurde sie vermuthlich sehr bald von dem auf seine Alleinherrschaft eifersüchtigen Okeanos wieder verschlungen. Die jungen, an sich noch wenig zur Hinterlassung von Resten geeigneten Festlands-Wesen gingen um so sicherer wieder unter, je vollständiger sie bereits das Schwimmen verlernt hatten.

Wir haben nicht nöthig, uns durch den Gedanken einer leeren Wasserwüste schrecken zu lassen, wir dürfen uns recht wohl schon in den ältesten Zeiten einladende Ufer, steile Felsklippen, deren Brust mit lebhaft farbigen Luftalgen überzogen war, im Hintergrunde sogar grüne Berge vorstellen, die, wenn nicht mit Wäldern, so doch mit einem in der feuchten Atmosphäre üppig aufgrünenden Moosrasen bedeckt waren. Zarte einzellige oder einfache Ketten und Körnchen bildende Algen hatten sich ans Land gewagt, wie sie noch heute jeden Herbst Baumrinden und feuchte Mauern mit freudig aufgrünendem Anflug auf der Wetterseite bekleiden und die Felsklippen in Nebel gehüllter Gebirgshäupter mit veilchenduftenden rostbraunen Algenketten überziehen. Dünne Faden- und Röhrenalgen, an einfache Lebensbedürfnisse gewöhnt, lernten vielleicht schon damals auf Thierresten, welche die Brandung ans Ufer geworfen hatte, die Bequemlichkeit des Schmarotzerlebens kennen und sanken in Folge dessen auf eine niedrigere Allgemeinstufe der Entwicklung zurück, indem sie die gewöhnliche Strafe, welche die Natur auf das Aufgeben der selbstständigen Ernährung gesetzt hat, empfingen. Sie wurden Fäulniß- oder Schimmel-Pilze und gründeten damit vielleicht erst das dem heiteren Lichtleben abgewendete Reich der im nächtlichen Dunkel, in Grüften und auf Verwesungs-Resten am üppigsten gedeihenden Pilze. In der That zeigen viele Pilze sowohl in ihrem allgemeinen Bau, als in der Bildung ihrer Sporenschläuche eine große Aehnlichkeit mit gewissen Röhrenalgen, die sich mit Kalkausscheidungen bedecken und noch heute Steine und Klippen der Meeresufer mit dicken röthlichen Krusten überziehen, während man schon aus den kambrischen Schichten ähnliche Kalkalgen kennt.

Vielleicht liegt es aber noch näher, anzunehmen, daß die Urahnen jener vegetabilischen Kobolde ohne Vermittlung des Algenreichs unmittelbar, etwa als Schleimpilze auf dem Lufteinflusse ausgesetzten organischen Resten erschienen seien, wie die Lohblüthe und ihre Verwandten plötzlich so massenhaft auftreten, daß man meint, sie seien vom Himmel gefallen. Noch heute wird die freiwillige Entstehung niederer Pilzformen von vielen Naturforschern als sich fort und fort vollziehende Thatsache angenommen, und das Pilzreich zeigt so wesentliche Abweichungen von den Gewohnheiten und Gestaltungen der grünen Republikaner, daß wir Ursache genug hätten, einen ganz verschiedenen Ursprung zu vermuthen. Wenn man auch das gänzliche Fehlen der grünen Uniform im Pilzreich lediglich als Folge ihrer abweichenden Lebensweise ansehen wollte, da unter gleichen Umständen auch höhere Pflanzen das frische, fröhliche Grün einbüßen, so weist schon der durchgreifend abweichende anatomische Bau

der Pilze auf eine Sonderstellung hin. Auch die höchstentwickelten Pilzformen bestehen nicht wie die Algen und höheren Pflanzen aus rundlich vieleckigen Zellen mit zum Theil verholzenden Wandungen, sondern aus einer besondern Art langgestreckter, dünnwandiger Schläuche, deren Stoff auffallend stickstoffreich ist (Hyphen). Alle Pilze, sowohl die verschwindend kleinen, welche sich Krankheiten hervorrufend, in dem Zellgewebe anderer Lebewesen einnisten, als die großen Hut- und Schirmträger, beginnen ihr Dasein als ein aus einer einzelligen Keimzelle hervorgehendes, schimmelartiges, manchen niedern Fadenalgen allerdings ähnliches Gebilde, welches bei den Erdpilzen sich in der humusreichen Erde ausbreitet. Aus diesem im Dunklen bleibenden Nähr- und Muttergewebe (Mycelium) steigt dann erst der Fruchtstand in Form von Flecken, Knöpfchen oder Pusteln an die Oberfläche der von den Pilzen befallenen Pflanzen, oder in Gestalt von Hüten, Schirmen, Bechern, Keulen oder Kugeln aus der Erde, und dieser Fruchtstand ist dasjenige, was wir Pilz nennen und was den meisten Menschen bei diesem Namen allein vorschwebt. Die innere Entwicklung des Pilzreiches, in welchem kein ohne Schmarotzerthum lebendes Glied vorhanden ist, kann uns an dieser Stelle nicht weiter fesseln, da wir sie bei der ungemeinen Vergänglichkeit seiner Formen doch nicht weiter in die Vorwelt zurück verfolgen können.

Eines der frühesten Opfer der im Dienste des Zerstörers Schiwa stehenden Pilze waren auf dem an anderweitigen organischen Ueberresten noch armen Festlande höchst wahrscheinlich die vorhin gedachten Luftalgen. In den feuchten Wäldern Brasiliens und andrer Tropenländer siedeln sich in dem grünen Filze der Fadenalgen, welche dort häufig die Stämme und Aeste der Bäume bedecken, Schaaren kleiner, oft nicht mehr als Stecknadelkopf großer Pilze an, die von den Nahrungsstoffen, welche die grünen Algenfäden im Lichte bereiten, mitzehren, aber anscheinend keine weiteren Veränderungen hervorbringen, als daß sie mittelst ihres spärlich entwickelten Nährgewebes den Filz etwas mehr verdichten (Fig. 212). In diesen Gesellschaftspflanzen, die man als Coenogonium, Ephebe u. s. w. bezeichnet, ist Pilz und Alge noch deutlich und mit bloßem Auge als getrennt nebeneinander lebend zu erkennen, und man bezeichnet sie als gemeinsames Wesen nur deshalb, weil der Pilz die Alge offenbar nicht schädigt, wie es der Brandpilz auf höhern Pflanzen thut, sondern beide einen gedeihlichen, gemeinsamen Haushalt führen. Viel inniger ist diese Verschmelzung der beiden verschiedenartigen Pflanzen in den Flechten, die aus einer Verbindung von Pilzen mit einzelligen Algen hervorgehen und auch künstlich in dieser Weise

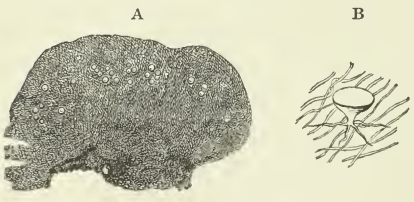


Fig. 212.
Coenogonium. A Natürliche Größe. B Ein Pilz daraus vergrößert.

erzeugt worden sind. Trotz dessen wollen noch heute viele Botaniker, die sich ihr Lebelang mit der Unterscheidung der Flechten beschäftigt haben, nicht an diese merkwürdige Form des Zusammenlebens (Symbiose) glauben. Aber für die tieferblickenden jüngeren Botaniker hat nach den vor zehn Jahren von Schwendener begonnenen und von seinen Schülern fortgeführten Untersuchungen der formenreiche Kreis der Flechten, welche Boden, Zäune, Mauern, Baumrinden, Steine und Felsen mit theils krustenartigen, theils großlappigen oder bartförmigen, oft lebhaft gelb, roth, braun oder grün gefärbten Gewande bekleiden, als eine selbstständige Pflanzenklasse unserer

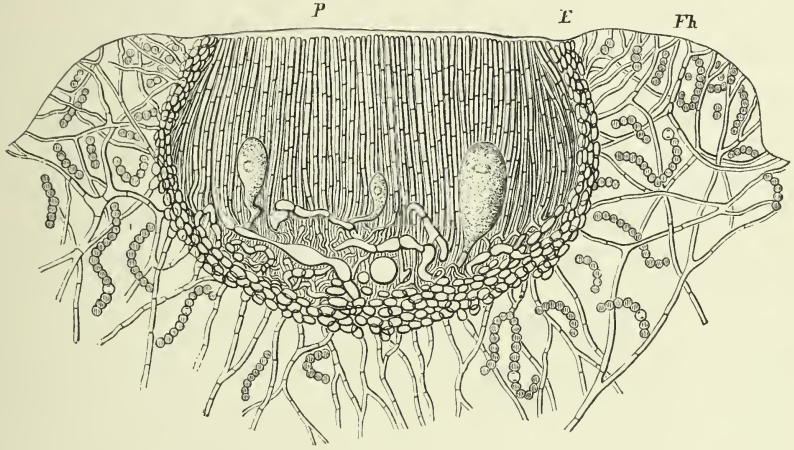


Fig. 213.
Vergrößerter Schnitt durch einen jungen, in die Flechte eingesenkten Keimbecher (Apothecium) von Collema microphyllum. Fh Der aus farblosen Pilzfäden und gefärbten Algenketten gebildete Flechtenkörper (Thallus). E Rundzelliges Gewebe, welches die Schlauchschicht einschließt, in der drei junge Sporenschläuche entspringen, darüber parallel verlaufende Pilzfäden (Paraphysen). Nach E. Stahl.

Systeme zu bestehen aufgehört. Die nach vielen Hunderten von Arten zählenden, oft sehr charakteristisch ausgestalteten Pioniere der Pflanzenwelt, welche von dem dürrsten Boden Besitz ergreifen und ihn oft durch ihre Verwesung für das Gedeihen höherer Pflanzen erst geeignet machen, sind trotz ihrer Proteusnatur nichts als Erzeugnisse einer auf die Spitze getriebenen Geselligkeit und gegenseitigen Anpassung ganz verschiedener Pflanzen, eine Vermählung von Algen und Pilzen, mit Einführung völliger Gütergemeinschaft. Statt der Arbeitstheilung, die sonst zur Erzielung vollkommneren Daseins unter den einzelnen Zellen eines Organismus Platz greift, entschließen sich hier zwei durchaus verschiedene Lebensformen, einander das Dasein zu erleichtern, in Gesellschaft ihres Lebens Kreise zu vollenden. Die Pilzhyphen entwickeln sich nach unten zu klammerartigen Wurzel-Organen, mittelst welchen das Gewächs auch anorganische Nährstoffe aufnehmen kann, und den meist grünen Algenkörnchen fällt wahrscheinlich eine den grünen

Blättern ähnliche Aufgabe zu, nämlich die Aufnahme und Zersetzung der Luftkohlensäure, die Bereitung von Stärke und Zuckerstoffen, von denen die ein Feuchtigkeit zurückhaltendes Gewebe und eine schützende Oberhaut bildenden Pilzzellen mitzehren. In der Regel sind es die Pilzfäden, welche den Hauptantheil an der individuellen Ausgestaltung nehmen, und die allein jene für die Flechten charakteristischen, meist über den Flechtenkörper hervorragenden, becherartigen Keimbehälter, die Apothecien (Fig. 213) hervortreiben. In diesen Keimbehältern reifen in besondern Schläuchen die Pilzsporen, welche neue Pilze erzeugen, während sich die Algen durch bloße Theilung vermehren. Beide Organismen aber können auf die Dauer nur gemeinschaftlich und in feuchter Jahreszeit gedeihen, während sie bei trockner und sehr kalter Witterung aufhören zu vegetiren und erst nach neuen Niederschlägen wieder aufleben. Man kann sich denken, daß auch in der Vorwelt solche aus den einfachsten Urpflanzen gebildeten Familien, die im Stande sind, beinahe von bloßer Luft zu leben, die Aufgabe, den Boden urbar zu machen für die Aufnahme höherer Pflanzen, in noch weiterem Maßstabe erfüllten, als jetzt.

Unter den echten Landpflanzen reicht die Familie der Lebermoose in ihren niedersten Formen so nahe an die Laubalgen mittlerer Organisationshöhe heran, daß man ein Recht hätte, sie ihnen unmittelbar anzureihen, zumal sie, obwohl sie meist auf dem Lande leben, ihre Hauptlebensfunktionen in der feuchten Jahreszeit verrichten und ein amphibisches Dasein führen. In den Seen der Mittelmeerländer leben Arten einer kleinen eigenthümlichen Lebermoosgattung (Riellia Fig. 214), die ihren gesammten Lebenskreis unter dem Wasserspiegel am flachen Ufer vollenden. Eine Rippe des Stengels bildet einen wendeltreppenartig gewundenen Flügel vom schönsten Grün, welcher die Wirkung zu haben scheint, daß er die Pflanze immer in aufrechter Stellung erhält und sie selbst, wenn vom Sturme losgerissen, wieder in senkrechter Stellung niedersinken läßt. Zu der Gattung Riccia gehören einige Arten, die auf der Wasseroberfläche schwimmend, lustig weitervegetiren, aber nur auf dem Lande, wo sie kleine zierliche Rosetten bilden, zur Fruchtreife gelangen. Bei den in Deutschland nicht selten auf feuchtem Lehmboden vorkommenden Gattungen Anthoceros und Pellia wächst die Spore unmittelbar und ohne Vorausgehen eines sogenannten Vorkeims zum algenartigen Thallus aus, bei dem sich noch keinerlei Gliederung von Blatt und Achse vollzogen hat, und der zuweilen, gablig sich verzweigend, eine winzige Rosette am feuchten Boden darstellt. In kleinen, regellos stehenden Vertiefungen dieses Thallus erzeugen sich männliche und weibliche Zellen, von denen die ersteren, wenn Regen oder Thau die ganze Pflanze unter Wasser setzen, ausschwärmen und die letzteren

Fig. 214. Riellia helicophylla (Algier). Natürl. Größe.

befruchten, in ganz analoger Weise, wie wir es bei den Brauntangen gesehen haben. Nach der Befruchtung wächst ein Stiel empor, der in einer gewöhnlich vierklappigen Kapsel neue Keimzellen (Sporen) erzeugt.

Bei etwas höher stehenden Lebermoosen ist dieser bandartige, an Algen erinnernde Thallus der niedersten Formen nur noch ein embryonales Durchgangsgebilde der Entwickelung, welches man Vorkeim (Prothallium oder Protonema) nennt, wenn man will, eine Art Larvenform, aus der dann unmittelbar das in der Tracht ebenfalls noch sehr an Algen erinnernde eigentliche Lebermoos hervorgeht. Wer öfters durch feuchte und schattige Gebirgsspalten gewandert ist, z. B. durch das Annathal bei Eisenach, der wird die wasserüberrieselten Felsen hier und da mit gablicht sich verzweigenden smaragdgrünen, plattangedrückten, bis zollbreiten Bändern und Lappen, ähnlich Fig. 215 bedeckt gesehen haben, die sich durch feine Wurzelhaare der Unterseite auf dem Gestein festklammern. Allein hier kann weder von echten Wurzeln, noch von wirklichen Blättern und Stämmchen die Rede sein, das ganze Gebilde entspricht dem, was man bei den Algen als Laub (Thallus) bezeichnet. Jedoch erheben sich hier die weiblichen Organe auf besondern Trägern, und bei dem verwandten Brunnen-Lebermoos (Marchantia polymorpha), welches man häufig an den Rändern alter Springbrunnenbecken sieht, bilden männliche und weibliche Organe niedliche schirmförmige Blüthenquirle.

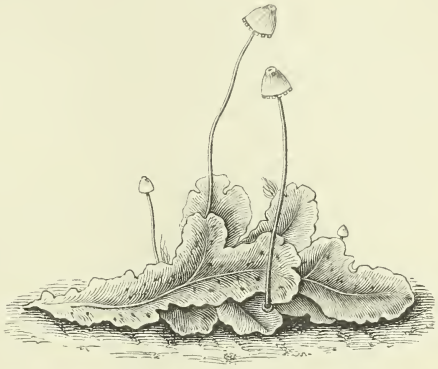


Fig. 215.
Fegatella conica, ein deutsches Lebermoos.

Aber in dieser formenreichen Abtheilung, die eine nähere Betrachtung verdiente, da aus ihrem Schooße allem Anscheine nach die sämmtlichen höheren Kryptogamenklassen abzuleiten sind, machen sich vielfache Anläufe zu einer höheren Ausgestaltung des Laubes bemerkbar. Der Thallus erhebt sich von dem Boden und bildet freie Blätter und Wedel nach, wie wir an den beiden folgend abgebildeten Lebermoosen (Fig. 216 und 217) sehen, die aus Neuseeland stammen, dessen feuchtes Klima die Moosvegetation besonders begünstigt. Wir sehen bei ihnen die Hülle des weiblichen Organes unmittelbar, dem bereits lebhaft an Farnwedel erinnernden Laube aufsitzen, und aus ihr ist der Stiel der vierklappigen Sporenkapsel emporgewachsen.

Aber auch noch höher ausgebildete Formen, bei denen sich das Laub bereits deutlich in Stengel und Blätter zu gliedern beginnt, treffen wir unter den Lebermoosen häufig genug an, und man darf nur in feuchten Wäldern

die Rinde der Bäume genauer untersuchen, um die zarten grünen Stämmchen der Jungermannien zu finden, die zweizeilig dicht mit zarten Blättern besetzt

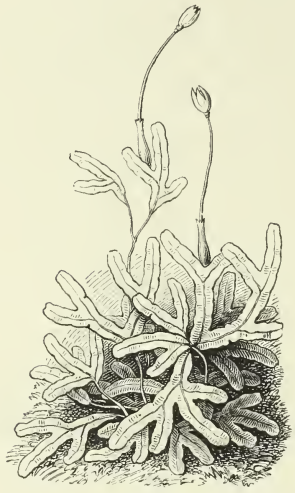


Fig. 216.
Symphogyne hymenophyllum.

Fig. 217.
Symphogyne flabellata.

sind, wie wir es in einem bei weiten vergrößerten Maßstabe bei der Plagiochila gigantea aus Neuseeland (Fig. 218) sehen. Auch hier bleibt aber die ganze Ausbreitung des Laubes flächen- oder wedelartig, und selbst da, wo an der Unterseite noch eine dritte Reihe kleinerer Blätter auftritt, wird dieser Habitus nicht verändert und man wird noch später bei den viel höher stehenden Selaginellen, welche den prachtvollen „Moosrasen" unserer Wintergärten bilden, an dieses Verhältniß zurückerinnert.

Fig. 218.
Plagiochila gigantea (verkleinert).

Eine etwas höhere, entweder aus den Lebermoosen hervorgegangene, oder ihnen parallel entwickelte Abtheilung bilden die echten Moose oder Laubmoose, deren Vorkeim (Fig. 219) täuschend die Gestalt gewisser Fadenalgen (Conferven) nachbildet, die sich freilich mitunter auch (z. B. bei den Torfmoosen) zu einem flächenartigen Vorkeim wie bei den Lebermoosen ausbreiten. In diesem „Algenzustand", der mit seinen grünen Fäden mitunter zollbreite Flächen überspinnt, kann ein Moospflänzchen unter besondern Um-

ständen ziemlich lange verharren. In den meisten Fällen jedoch bildet sich an diesem sogenannten Vorkeim alsbald ein Seitensproß (k), aus dem das eigentliche Laubmoosstämmchen, mit deutlich gesonderten, wenn auch sehr einfach gebildeten kleinen Blättern hervorgeht. Nach den Stellungsverhältnissen dieser Blätter können wir auch hier zwei Formen unterscheiden. Entweder nämlich tauchen fiederartig Blatt auf Blatt in zwei Reihen an einer langgestreckten Mittelaxe hervor, so daß die ganze Belaubung flach gedrückt erscheint, oder die Blätter vertheilen sich ringsum in dichter Spirallinie um einen frei aufsteigenden Stamm. Auf diesen beblätterten Stämmchen erscheinen dann getrennte Blüthen von einfacher Bildung, aber es entsteht

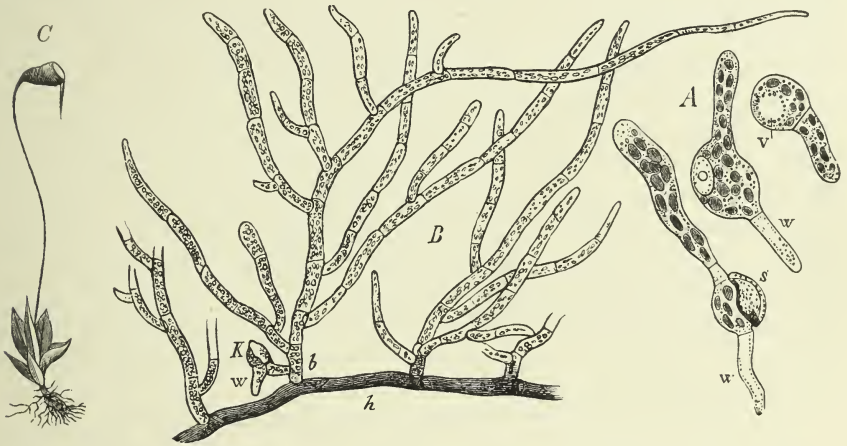


Fig. 219.
Keimende Sporen (A), algenartiger Vorkeim (B) und die erwachsene Pflanze (C) mit Sporenkapsel von Funaria hygrometrica. Bei K die Anlage des beblätterten Moosstengels. A 550mal, B 90mal vergrößert. s Spore, v Luftblase, w Haarwurzelzelle.

nach vollendeter Befruchtung wiederum kein Samen, sondern die junge Pflanze wächst sogleich auf der Mutter in Gestalt einer zierlichen Urne oder Büchse aus, welche von einem dünnen Stiele getragen wird. In diesen oft lebhaft roth gefärbten Moosbüchschen (Fig. 219 C), die im Frühjahr bei manchen Arten in dichten Massen, wie ein Speerwald, über die Moospolster aufragen, scheiden sich durch ungeschlechtliche Absprossung zahlreiche Knospenzellen (Sporen) ab, welche ausgesäet von Neuem den unmittelbar in die Geschlechtspflanze übergehenden, algenartigen Vorkeim erzeugen. Während die äußere Gestalt bei den niedern Moosen zum Theil noch auf der Stufe des Laubes der meisten Algen, bei denen Blatt und Axe zum sogenannten Thallus verschmolzen bleiben, verharrt, trennen sich schon bei einigen Lebermoosen, durchweg aber bei allen Laubmoosen Wurzel, Blatt und Axe vollkommen; der in den höheren Algen bereits angedeutete Fortschritt zur gegliederten Pflanze vollzieht sich auf niederster Stufe im Kreise der Moose. Nicht ganz mit

diesem Fortschritte auf gleicher Höhe zeigt sich die Arbeitstheilung unter den einzelnen Zellen durchgeführt. Zwar scheiden sich bereits deutlich die mehr rundlichen Innenzellen von den plattgedrückten Oberhautzellen, welche Spaltöffnungen zwischen sich lassen, um den Gasaustausch zu erleichtern, aber die langgestreckten Gefäßzellen, welche in Stamm und Blättern der höheren Pflanzen die Nerven und Gefäßbündel zusammensetzen und die Richtungslinien des Wachsthums bezeichnen, finden sich erst andeutungsweise bei den höchstentwickelten Moosen, welche unsere Torfmoore erfüllen.

Von allen diesen Erstlingen des festen Landes hat das Archiv der Natur nur wenig erkennbare Reste hinterlassen; so zahlreich ihre zierliche Nachkommenschaft ist, sie kann uns nur allgemeine Andeutungen über die Beschaffenheit jener Algenkinder geben, die es zuerst versucht haben, in der Luft zu leben. Vielleicht reicht der Versuch weit über die Silurzeit zurück, vielleicht aber sind erst die Anthrazitlager der devonischen Schichten die Zeugen einer weitern Ausbreitung von Landpflanzen. Sie werden zuerst saftige Moos-Wiesen und auf Moorgrunde ruhende Miniaturwälder gebildet haben, denn die Moose sind, gerade wie die Pilze, Luftalgen und Flechten, selbst heute noch mehr vegetabilische Amphibien als vollkommne Luftwesen. Ihre Eigenheit, nur so lange lustig zu leben, als sie Feuchtigkeit im Ueberflusse besitzen, in der trockenen Jahreszeit aber mehr oder weniger in den Ruhestand überzugehen, zeugt noch immer für ihre Abstammung von Wasserpflanzen, kennzeichnet sie als Kinder des feuchten Elementes, die sich nothdürftig dem Luftleben angepaßt haben.

Von diesen ältesten Landpflanzen, deren Spur die Zeit vertilgt hat, weil ihr Leib wenig holzartige Theile besaß, gingen in der Folge verschiedene Nachkommen-Strahlungen aus, deren Fußtapfen man nebeneinander verfolgen kann, obwohl man ihre Angehörigen gewöhnlich wegen der ungefähr gleichmäßigen Ausbildungsstufe zu der Abtheilung der farnartigen Pflanzen zusammenfaßt. Es gehören hierher nämlich die Farne im engeren Sinne, die Schafthalme und die Bärlapp-Pflanzen oder Lycopodiaceen, drei in ihrer physiognomischen Ausprägung höchst verschiedenartige Pflanzengruppen. Am deutlichsten läßt sich unter den Ueberlebenden der Anschluß der echten Farne an moosartige Vorfahren nachweisen. So verschieden auch die prächtige Erscheinung majestätisch auf hohem Stamme sich wiegender, einer kunstvollen Spitzenarbeit gleichender Riesenwedel eines Farnbaumes, von dem winzigen Lebermoose sein mag, welches an seinem Fuße hinkriecht, so bezeugen doch zahlreiche Uebergangsformen die nahe Verwandtschaft. Es gilt dies namentlich von den zarten Hautfarnen (Hymenophyllaceen), deren Wedel gegen das Licht gehalten, ein einschichtiges, tüllartig erscheinendes Zellgewebe zeigen und an ihren Endverzweigungen Sporenurnen tragen, ganz wie die echten Moose, auch von den einfachsten, lappig lebermoosartigen Formen zu den zierlichst ausgezackten fortschreiten (Fig. 220).

Bei einigen Arten von Hautfarnen, z. B. bei der mit abgebildeten Feea, besteht der gesammte sporentragende Wedel (Fig. 220$_5$) nur noch aus einem ährenförmigen Träger von Moosurnen, wenn man sich so ausdrücken darf, der deutlichste Beweis, daß der Farnwedel kein Blattorgan, sondern ein verzweigtes Stammorgan der Pflanze darstellt. Die Urnen der moosähnlichen Formen gehen dabei innerhalb der kleinen Familie selbst, unmerklich in die Sporenhäufchen über, welche hier am Rande, bei den höhern Farnen meist auf der geschützteren Unterseite der Wedel erscheinen und den „unsichtbaren Samen", d. h. die Blühknöspchen der Farne bergen.

Fig. 220.
Verschiedene kleinere Hautfarne in natürlicher Größe. 1 Didymoglossum membranaceum. 2, 3 Trichomanes cuspidatum und parvulum. 4 Didymoglossum digitatum. 5 Oberer Theil des Sporenträgers von Feea spicata.

Auch die gesammte Entwicklungsweise der Hautfarne weist deutlich genug auf ihre Moosabstammung hin. Wie wir bei den Thieren die Ahnenbilder in den Larvenformen wiederkehren sahen, so gleicht der Vorkeim der Trichomanes-Arten ganz demjenigen der Laubmoose, namentlich dem unseres Torfmooses (Sphagnum); bei den etwas höherstehenden Hymenophyllum-Arten hingegen geht aus einem confervenartigen Faden, den man als Algenstadium bezeichnen könnte, ein lebermoosartiger Lappen (Moosstadium) hervor. Dieser lappige Vorkeim (Prothallium), wie er nun bei den eigentlichen Farnen stets wiederkehrt, zeigt bei den Hautfarnen noch die allerstärkste Aehnlichkeit mit einem Lebermoose, z. B. darin, daß er auf seiner Oberfläche, ganz wie viele Lebermoose, neben den in der Fläche eingesenkten männlichen und weiblichen Generationszellen ungeschlechtliche Brutzellen erzeugt. Da die Hautfarne unstreitig die einfachst gebaueten Farne sind, die sich am unmittelbarsten den Moosen anschließen, so ist es von Interesse, daß einer der ältesten, im fossilen Zustande gefundenen Farne, die devonische Gattung Palaeopteris hibernica mit Sicherheit als zu dieser Gruppe gehörig erkannt worden ist. Aus der Steinkohlenzeit kennt man eine größere Anzahl von Hautfarnen, z. B. Sphenopteris trichomanoides und S. Humboldtii, Hymenophyllum Weissii u. A.

Der Vorkeim der höheren Farne, welcher auch bei den reichverzweigtesten und ausgebildetsten Formen dieselbe lappige Form und Neigung zur gabligen

Theilung zeigt (Fig. 221), entspricht also dem gesammten Lebermoosleben mit Ausnahme der Bildung des Sporenbehälters und seines Trägers, und kann, wie z. B. bei dem Königsfarn (Osmunda regalis), durch Sprossungen lange fortvegetirende, krause Rasen bilden, wie manche Amphibienlarven, die, im tiefen Wasser gehalten, in ihrer Weiterentwicklung aufgehalten werden. Und wie es nun bei manchen Lebermoosen der Fall ist, so erzeugen sich die männlichen und weiblichen Zellen in Gruben dieses lappigen Körpers selbst, und zwar auf der Unterseite desselben. Da nun dieses ganze Gebilde dicht an der Erdoberfläche bleibt, so können auch hier die beweglichen männlichen Zellen ihr Ziel, das Archegonium, schwimmend erreichen, und nun erst wächst aus der befruchteten weiblichen Zelle die junge Farnpflanze empor, sei es zu einem vierzig Fuß hohen, herrlichen Baume mit vieljähriger Lebensdauer, oder zum ein- oder mehrjährigen Kraute.

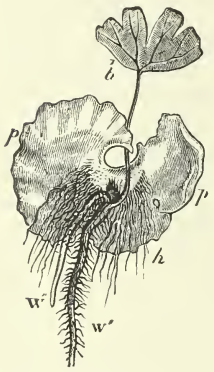


Fig. 221.
Vorkeim des Venushaar-Farns (p p) mit der nach der Befruchtung aus demselben erwachsenen jungen Pflanze (b), dreißigmal vergrößert. w h Farnwurzel und Wurzelhaare (nach J. Sachs).

Man sieht, wie hier die Pflanze gleich so vielen Thieren aus einem amphibischen Larvenzustande zu einem echten Luftorganismus umgebildet wird, und dieser Vorgang vollendete sich lange vor der Steinkohlenzeit. Schon damals zeigten die in zahlreichen Abdrücken erhaltenen Wedel (Fig. 26 und 27) dieselbe Zierlichkeit, durch welche sie noch heute den beschaulichen Naturfreund entzücken. Wie heute die Moose und Gräser, schlossen sie sich gesellig wachsend zu üppigen Wiesen zusammen, was sie zuweilen noch jetzt in dem feuchten Klima einiger Südseeinseln thun. Aber nicht nur der Rasen ward von ihnen gebildet, auch von stolzen Stämmen getragen, breiteten viele ihre mächtigen Wedelsträuße wie leichte Sonnenschirme und grüne Zeltdächer aus und zeigten den Thieren, welche unter ihnen Siesta hielten, den Himmel durch die schönsten Spitzen-Vorhänge, welche die Natur jemals gewebt und gestickt hat (Fig. 222). Diese künstlerisch vollendetste, poesievollste Erscheinung der gesammten Pflanzenwelt ist mithin eine der ältesten Schöpfungen des gedämpften Sonnenlichtes, und wir müßten an allem Fortschritt in der Morphologie der Pflanzen verzweifeln, wenn wir glauben wollten, diese Blätter, deren Schönheit die Natur in späteren Zeiten nicht übertroffen hat, dürften einen solchen Vorrang ohne alles Bedenken beanspruchen. Allein die Natur ist hier sehr geheimnißvoll und was uns als wunderbar ausgezackte Blattform erscheint, ist nichts anderes, als ein reichverzweigtes, dem Urnenstiel der Moose entsprechendes Astwerk, wie die Zehen der Fledermaus durch eine grüne Flughaut verbunden. Wenn wir uns umsehen, im jetzt grünenden oder im Steinkohlenwalde, überall sehen wir junge Wedel spiralig zusammen-

gerollt, wie blonde Locken, dann verlängert wie Bischofsstäbe, sich erheben. Bei einzelnen Farnarten verschiedener Familien sind die gesammten Wedel auch im ausgewachsenen Zustande, in den meisten Fällen aber nur die jungen, nach unentfalteten Wedel, dicht mit kleinen gelb oder bräunlich schimmernden Schuppenblättern bedeckt, wie die Stengel der Laubmoose und Bärlappe unserer Wälder oder wie die Schuppenbäume des Steinkohlenwaldes, von denen wir bald sprechen werden. Aber nur bei wenigen Farnen, wie z. B.

Fig. 222.
Blechnum brasiliense, ein niedriger Baumfarn.

den Kletterstämmen der Pachypleura-Arten bleiben diese eigentlichen und echten Blätter derselben erhalten, meistens wurden sie zu saftlosen Schuppen zurückgebildet, und verlieren sich an den oberirdischen Stengeltheilen ganz, weil die Aeste mit ihrem Zwischenzellgewebe die ernährende Thätigkeit übernehmen, wenn sie ihren Wunderbau entfalten. Ehemals und bis zur Steinkohlenzeit scheinen diese eigentlichen Blätter der Farne noch viel weniger zurückgebildet gewesen zu sein als heute. Man findet aus jener Zeit häufig blattartig geschlitzte Gebilde, sogenannte Aphlebien, die man sich anfangs gar nicht zu deuten wußte, bis man sie auch auf den Stengeln der Farnwedel in ziemlich regelmäßiger Anordnung antraf (Fig. 223). Hier ist die Deutung der Aphlebien als echter Blätter der Farnwedel ohne Weiteres klar. Daß sie aber in der Folge immer weiter zurückgebildet werden mußten, und jetzt nur noch als winzige Ueberreste und Schüppchen erkennbar sind, ist ohne

Weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß das flächenförmig ausgebreitete Astwerk des Stengels ihre eigentliche Funktion ganz übernahm, so daß sie nur noch als schützende Hautgebilde fortdauern. Jene Wedel gleichen und entsprechen daher auch in ihrer Verästelung ganz den gegabelten oder fiedertheilig verzweigten Aesten vieler Selaginellen und Lycopodium-Arten. Während echte Blätter am Grunde weiterwachsen, wachsen die Farnwedel wie jeder echte Ast an der Spitze, die sich, bis der Umriß vollendet ist, unaufhörlich gabelt, worauf sich diese Zweitheilung an jedem Abschnitte wiederholt. Je nachdem die beiden jüngsten Spitzen gleichmäßig fortwachsen, oder abwechselnd die rechte oder linke Astspitze die Führung nimmt und ihre Nachbarin zur Seite drängt, entsteht nach dem einfachsten Bildungsgesetze von der Welt, dieser Reichthum gablig (dichotomisch) oder fiederartig ausgezackter Wedel, deren Schönheit selbst das verwöhnteste Auge entzückt. Allein wohlgemerkt, nur als Stengelbildung gedacht, kann dieser Proceß ein einfacher genannt werden, und dann steht er ganz im Einklang mit dem Wachsthum der gleichstufigen Schafthalme und Schuppenbäume, bei denen die Astbildung schon die höchste Vollendung erreicht, während die Blätter auf niederster Stufe verharren. Wie wir früher von einer einfachen Zelle gehört haben, welche eine höhere Pflanze mit Wurzeln, Stamm und Blättern nachahmt, so sehen wir hier höchstverzweigte Aeste, wunderbar ausgebildete Scheinblätter darstellen, eine der täuschendsten Anticipationen der Natur. Indessen, um den Leser nicht irrezuführen, muß ich hinzufügen, daß ich mit dieser Ansicht so ziemlich alleinstehe, daß fast alle Botaniker unserer Zeit die Farnwedel als echte Blätter betrachten, trotz der bis ins Kleinste gehenden Analogie, die sie mit den reichbeblätterten und verästelten Zweigen der flachlaubigen Selaginellen bieten, trotz ihres Sporentragens und der ganzen Ungeheuerlichkeit der Ansicht, daß eine der niedrigstehendsten Pflanzengruppen die am

Fig. 223.
1 Verkleinertes Wedelstück von Sphenopteris crenata mit Aphlebien. 2 Eine der letzteren in natürl. Größe. 3 Eine Aphlebie aus der Kohle von Zwickau.

vollkommensten ausgestalteten Blätter, welche es giebt, besitzen sollte. Noch unter den höhern Pflanzen kommt es unzählige Male vor, daß Stengeltheile Form und Arbeit der Blätter übernehmen, während die eigentlichen Blätter zu Grunde gehen. Man nennt sie dann Scheinblätter (Phyllodien). Solche blattartige Stengel, deren eigentliche Blätter früh zu Grunde gehen, sind die Farnwedel, und wer irgendwie Sinn für vergleichende Naturbetrachtung besitzt, kann diese Auffassung, gegen welche sich auch nicht ein einziger stichhaltiger Grund anführen läßt, nicht befremdend finden. Uebrigens ist das ganze Verhalten nur ein Seitenstück zu den Proteusbildungen der höheren Algen und einiger Lebermoose, bei denen genau entsprechende Wedelbildungen entstehen, ohne daß es einem Botaniker einfallen würde, dabei an wirkliche Blätter zu denken.

Bei der Entwickelung der Farne fesselt uns nun vor Allem das offenbare Herauswachsen der Pflanze aus dem alten, und die Vorbereitung eines neuen Zustandes. Die Grundstufe des Wasserlebens wird nunmehr blos noch durch das unscheinbare und vergängliche, von den meisten Menschen gänzlich übersehene, algen- oder lebermoos-artige Prothallium vertreten, diejenige Entwicklungsfolge dagegen, welche auf die im Feuchten stattfindende Befruchtung unmittelbar folgend, bei den Moosen nur den vergänglichen Sporenträger, die gestielte Urne oder den Schirm der Lebermoose erzeugte, stellt jetzt das eigentliche Gewächs dar, welches unter Umständen langlebig fortsproßt. Es ist damit eine höchst eigenthümliche und immer weiter gehende Verschiebung der Hauptvegetations-Periode verbunden. Bei den Moosen findet die eigentliche Laubentwickelung vor der Befruchtung statt, jetzt erfolgt sie nach derselben und die Befruchtung findet nicht mehr auf der herangewachsenen Pflanze, sondern schon auf ihrem Vorkeim statt, und damit wird in eigenthümlicher Weise der spätere Zustand vorbereitet, bei welchem die Vorkeim-Entwicklung dann noch früher, nämlich schon auf der Mutterpflanze stattfindet, und der Anfang gleich an das Ende der Sproßentwicklung geknüpft wird. Denn, wie schon erwähnt, diese Verschiebung, die eine Folge der Verwandlung des Wasserwesens in ein Luftgewächs ist, geht immer weiter. Bei einigen höher stehenden Farnen, den Mondrauten (Botrychium),

Fig. 224.
A Unterirdischer Vorkeim von Botrychium im vergrößerten Längsschnitt. an Männliche Zellkammern (Antheridien), in denen die spiraligen Samenfäden reifen. ac Weibliche Zellkammer (Archegonium), aus welcher nach der Befruchtung die junge Pflanze hervorwächst. B Der untere Theil derselben im Durchschnitt, wobei st den Stamm, b b' b'' die Blätter bezeichnen.

bei denen der Wedel in einen Aehrentheil und ein oder mehrere wirkliche Blätter geschieden ist, während die Schuppen der älteren Farne ganz geschwunden sind, besteht jener Vorkeim, auf welchem die Befruchtung vor sich geht, nur noch in einem farblosen unterirdischen Knöllchen (Fig. 224) und in diesem liegen dann, sozusagen alle Analogieen vergraben, welche das soweit gediehene Luftgewächs noch mit seinen Ahnen verknüpfen. Die Botrychium-Arten, obwohl zu den Farnen im engeren Sinne gehörig, nähern sich in ihrer Erscheinung, wie auch in ihrer gesammten Entwicklungsweise außerordentlich gewissen Lycopodiaceen, wie die Zusammenstellung von Botrychium Bergianum vom Cap mit Phylloglossum Drummondii aus Australien

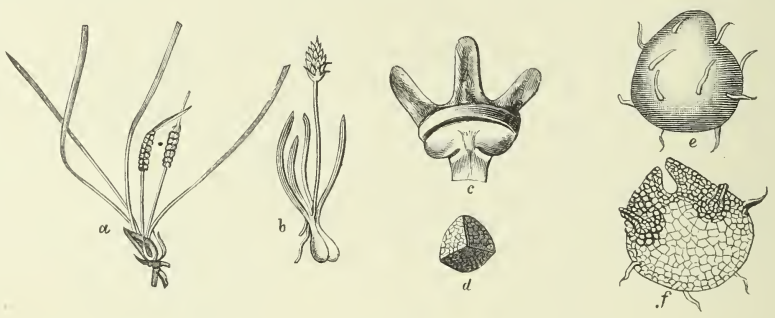


Fig. 225.
a Botrychium Bergianum, ein Farn, b Phylloglossum Drummondii, eine Lycopodiacee, beide in natürlicher Größe. c Stützblatt mit Sporenbehälter aus der Aehre des letzteren. d Die tetraëdrische Spore, aus welcher bei der Keimung der unterirdische Vorkeim (e f) hervorgeht und wie in Figur 224 männliche und weibliche Geschlechtszellen ausbildet. e—f vergrößert.

(Fig. 225) zeigt. Bei beiden sind die grasartigen Blätter von der Aehre völlig getrennt, bei beiden erzeugt die Spore den unterirdischen Vorkeim mit männlichen und weiblichen Zellkammern, bei beiden entstehen, wie bei den Orchideen Doppelknöllchen, durch welche sich diese Pflanzen ebenfalls vermehren, und wenn sich bei ihnen die Sporen schon in der Aehre zu Blüthen entwickelten, wozu bei verschiedenen Lycopodiaceen Anläufe vorhanden sind, so würden wir aus ihnen grasartige Gewächse von der Organisationshöhe der Nadelhölzer und Palmenfarne hervorgehen sehen, wie sie höchst wahrscheinlich in der Vorzeit existirt haben. Es scheint kaum zweifelhaft, daß wir in diesen Ueberbleibseln einer der ältesten Erdepochen einzelne jener Etappen zu erkennen haben, durch welche von den Farnen ausgehend, durch die Lycopodiaceen mehrere verschiedene Abstammungslinien zu den höheren Pflanzen geführt haben. Bei noch weiter entwickelten Lycopodiaceen erscheinen dann männliche und weibliche Sporen getrennt und erzeugen, zum Theil noch auf der Mutterpflanze, die Geschlechtsorgane, damit den Uebergang zu den eigentlichen Blüthenpflanzen bildend, bei denen jene Urgeneration, über welche früher das Gewächs nur wenig hinauskam, nur noch in der Blüthenanlage

erkennbar bleibt, während die Pflanze sonst ein durchweg anderes Wesen geworden ist, welches mit seinen Vorgängern viel weniger gleichwerthe Theile aufweist, als das höhere Thier mit dem niedern.

Während sich dieser Fortschritt in zahlreichen, durch noch lebende Pflanzen illustrirten Stufen im Kreise der echten Farne vollzog, ging er in ähnlicher Weise in den Seitenzweigen des Gewächsreiches vor sich, welche die Lycopodiaceen mit den Moosen und möglicherweise die Schafthalme mit armleuchterartigen Algenformen verbanden. Dagegen sind in den letzteren Fällen die Zwischenglieder sämmtlich ausgestorben und wir finden nur noch in dem äußern Typus die Verwandtschaft ausgedrückt. Es wiederholen z. B. in vergrößerter Form die Lycopodium-Arten den rings umblätterten Laub-Moosstamm und die wunderzierlichen Selaginellen (Fig. 231) auf's Täuschendste die fächerförmige dreiseitige Beblätterung mancher Lebermoose, obwohl man nicht vergessen darf, daß dieser Charakter hier in einem anderen Lebensabschnitt wiederkehrt. Unter den Lycopodiaceen selbst finden wir ebenfalls den bei den Farnen erwähnten Fortschritt von den einsporigen zu den zweisporigen Gattungen, welche letzteren andererseits unmittelbar zu den Blüthenpflanzen hinaufreichen. Dieser gleichmäßige Fortbildungsprozeß nach drei verschiedenen, aber zu ähnlichen Zielen führenden Richtungen hatte sich im Laufe der devonischen Periode und in der sogenannten Steinkohlenzeit vollendet; aus den weite Sümpfe ausfüllenden gefäßlosen Moosen waren wälderbildende, stolze Gefäßpflanzen hervorgegangen, welche in üppigster Fülle den Boden bekleideten. Mit der Stammbildung, die ja das Luftgewächs charakterisirt, sofern durch sie das Laub in höhere Regionen getragen wird, beginnt eine Bildung echter Wurzeln und eine mannigfachere Arbeitstheilung oder Differenzirung des Zellgewebes. Ein gegen die austrocknende Beschaffenheit der Luft und den ungemilderten Sonnenschein schützendes Oberhautgewebe (Epidermis, Rindenschichten u. s. w.) beginnt sich von dem ernährenden Zellgewebe zu sondern, Holzzellen bilden sich aus, um dem Stamm und den Aesten Tragfähigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen die Winde zu verleihen, und es bilden sich die bei den Moosen kaum erst angedeuteten Gefäßbündel aus, nach denen man die höhern Pflanzen im Gegensatze zu den Algen, Pilzen und Moosen als Gefäßpflanzen bezeichnet. Wir sehen diese Gefäßbündel bei einem Querschnitt durch den untern Theil der Strünke unseres gemeinen Adlerfarns (Pteris aquilina) den bekannten deutschen Doppeladler zeichnen und jene Sprenkelung erzeugen, die

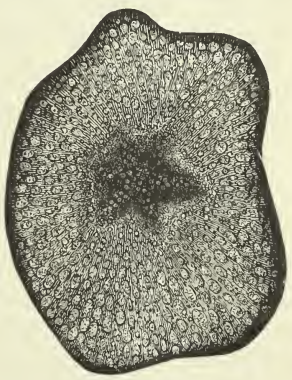


Fig. 226.
Querschnitt eines Staarsteins (Psaronius asterolithus) d. h. Farnstammes der Steinkohlenzeit, um die getrennten, noch nicht zu geschlossenen Ringen vereinigten Gefäßbündel der Farnstämme zu zeigen.

den versteinerten Farnstrünken den Namen der Staarsteine (Fig. 226) eingetragen hat. Das Gewächsreich, wenn auch in allen diesen Gestalten noch Feuchtigkeit liebend und das helle Licht der Sonne meidend, hatte sich dem Luftleben durch eine vollkommene Umwandlung angepaßt und widmete sich, mit üppiger Jugendkraft aufstrebend, dem Geschäfte der frühesten Holzerzeugung, um seinem Körper Festigkeit und Ausdauer in dem dünnern Medium zu leihen und die Ernährungs- und Athmungsorgane über das dichte Moosgestrüpp des Bodens hinauszutragen in die kohlensäurereiche Atmosphäre, die sie mit Luft zu trinken begannen.

Wenn wir uns die farnartigen Charakterpflanzen unserer nordischen Waldsümpfe, die höchstens drei bis fünf Fuß hoch aufsteigen, zu sechzig bis hundert Fuß hohen Bäumen vergrößert denken, können wir uns ein Bild der Steinkohlenwälder machen, welche offenbar Sumpfwälder waren. Statt der säulenrunden Schafthalme, die ihre quirlförmig gestellten, drehrunden, nackten Aeste jetzt meist nur einige Fuß hoch aus dem Wasser emporheben und deren Blätter nur in Form kleiner, den Stamm umkränzender Spitzenkragen erscheinen, stiegen damals wie mit dem Meißel ausgearbeitete canellirte Säulen von 30 bis 40 Fuß Höhe und entsprechendem Umfang empor, in oft wiederholter Quirltheilung eine ziemlich schattenlose Krone von starrer Architektur bildend (Fig. 227). In den Casuarinen Neuhollands wiederholt sich derselbe Typus baumartiger Schafthalme physiognomisch noch einmal auf höherer Stufe und wir können daran die Unerfreulichkeit dieses Anblicks in Bezug auf die Landschaftsstimmung studiren. Die dünnen kieselsäurereichen Endverzweigungen werden, wenn der Wind sie aneinander gerieben hat, nicht das Rauschen unserer Laubwälder, sondern jenes melodische aber eintönige Säuseln hervorgerufen haben, um dessenwillen man die Casuarinen als Trauerbäume auf die Friedhöfe der Südseeinseln pflanzt.

Jene Calamiten oder Riesenschafthalme der Primärzeit haben sich ihr ganzes Leben lang sozusagen mit der Stammfrage beschäftigt. Wenn bei den Algen von einer Arbeitstrennung zwischen Axe und Blättern nicht die Rede sein konnte, vielmehr alles „Laub" war, so erscheinen bei den farnartigen Pflanzen beide Elementartheile zwar geschieden, aber die Blätter bleiben auf dem Stande niederster Ausbildung stehen, Stamm und Aeste bilden sich vorwiegend aus und nehmen den kleinen Schuppenblättern einen großen Theil der Ernährungs-Arbeit ab. Wie ein kluger Baumeister, der die Gesetze der Statik genau erwogen, haben sie alle Festigkeit des Stammes auf den Umfang gehäuft und ausprobirt, daß ein röhrenförmiger Stamm mehr tragen kann, als ein solider Stamm von gleicher Schwere. Uebrigens bildeten gegen Ende der Steinkohlenzeit die zu diesem Typus gehörigen Bäume einen starken Holzring aus, der den Durchmesser mehrerer Fuße erreichte, aber in den folgenden Zeiten bald wieder dahinschwand. Und noch in einem andern Punkte anticipirten die Säulenbäume des Steinkohlenwaldes die Methode

der Baumeister unter den Menschen. Wie diese ihre höheren Säulen meistens aus einzelnen Tambouren, d. h. aus Trommeln oder Säulenscheiben zusammensetzen, so beginnt bei den Urschafthalmen der für eine große Abtheilung des Pflanzenreiches bezeichnende Aufbau aus deutlich abgesetzten Stengelgliedern mit strenger Regelmäßigkeit sich einzuführen. Die Pflanze theilt sich, ihrer früher hervorgehobenen republikanischen Neigung entsprechend, in zahlreiche gleichwerthe Unter-Individuen, von denen die ältesten die Pflicht übernehmen, die jüngern in die Höhe zu tragen und ihre Verbindung mit der Wurzel zu unterhalten, während diese mit ihren Blättern die Ernährung bewirken und einige der jüngsten auf persönliches Weiter-Wachsthum verzichtende Knospen für die Fortpflanzung sorgen. Allein diese Abtheilungen sind nicht so gleichgültig auf einander gesetzt, wie die Thaler einer Rolle oder so regelmäßig, wie die Trommeln einer Säule, sondern so, daß wenn jeder Thaler eine Oese zum Anhängen trüge,

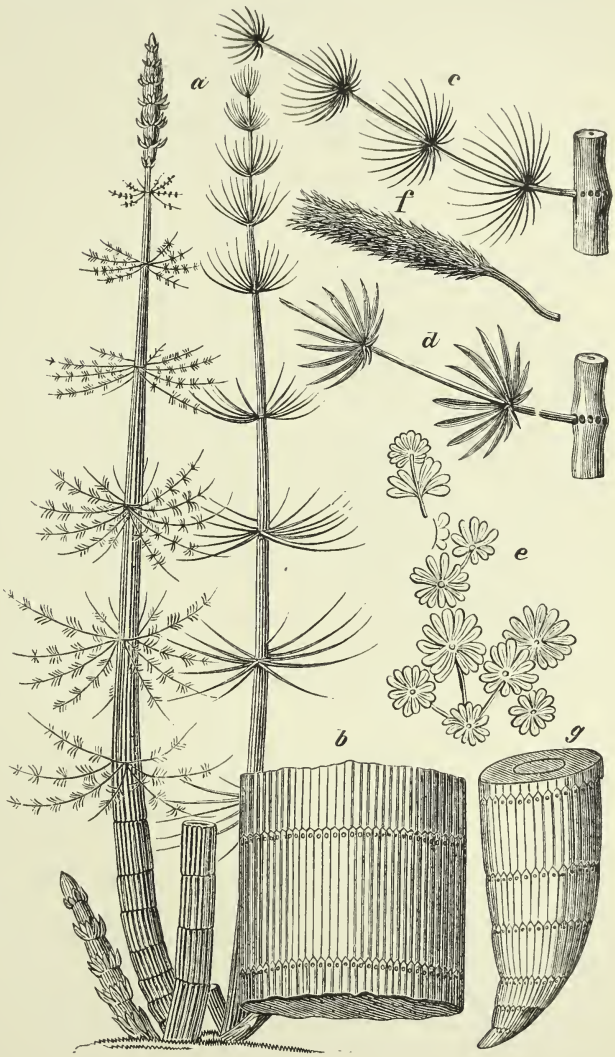


Fig. 227.

Calamites. a Restaurirte Bäume (schematisch). b Stammstück. c, d und e Beblätterte Zweige, von denen jedoch die Annularien (e) von einzelnen Botanikern verschiedenen, vielleicht gar nicht verwandten Pflanzen zugetheilt werden. f Vermutheter Sporenzapfen, der jedoch eher einer Lycopodiacee zuzugehören scheint. g Wurzelstammende.

dieſe Oeſen eine regelmäßige Schraubenlinie um die Rolle bilden würden. Dieſe ſpiralige Aneinanderreihung der einzelnen, aus den Elementarorganismen (Zellen) gebildeten Provinzen der Pflanzen bedingt die ſpiralige Vertheilung der Blätter und Aeſte um die Stämme, welche wir bei den meiſten blättertragenden Pflanzen gewahren. Die Seitentheile werden durch mechaniſche Wachsthumsgeſetze in eine gleichmäßige Anordnung um die Mittelachſe geſetzt, und auf dieſe Weiſe zu einer höhern Einheit verbunden. Der ſpiralige Aufbau des Stammes der höhern Pflanzen entwickelte ſich ſpäter immer deutlicher, wobei zu erinnern bleibt, daß diejenigen mit quirlförmiger Vertheilung der Blätter und Aeſte, wie eben die alten und neuen Schafthalme, als Pflanzen mit in Abſätzen zuſammengezogenen Blatt- und Aſtſpiralen betrachtet werden können. Die Calamiten machten bereits im Beginne der Sekundärzeit mehr oder weniger vollſtändig kleineren Nachkommen Platz, den Equisetites-Arten, die ſich, wie ſchon der Name andeutet, nach Größe und Geſtalt eng an die jetzt lebenden Schafthalme (Equisetum) anſchließen. Sie beſaßen wie dieſe (Fig. 228) ſtatt der getrennten Quirlblätter der Calamiten, röhrenförmig den Stamm umhüllende Quirlblattſcheiden und werden ohne Zweifel auch einen ähnlichen Sporenſtand und dieſelbe Keimungsart beſeſſen haben. Aus den Sporen gehen bei den heute lebenden Schafthalmen nämlich lebermoosartige Vorkeime hervor, die bald vereint, bald auf verſchiedene Exemplare vertheilt (Fig. 229), die männlichen und weiblichen Zellen entwickeln. In den tropiſchen Theilen von Südamerika erreicht eine Art des jungen Geſchlechtes, der Rieſenſchachtelhalm (Equisetum giganteum) hier und da die Höhe ſeiner alten Vorfahren, und bildet dann Dickichte, die uns in frappirender Weiſe ein Bild jener uralten Schafthalmwälder vorführen. Seine Stämme haben aber bei Weitem nicht die Stärke jener der Ahnenformen und kommen nur dadurch in die Höhe, daß ſie ſich in der Jugend gegenſeitig ſtützen. Das auf Taf. X dargeſtellte Schafthalmdickicht hat der Botaniker Ed. André

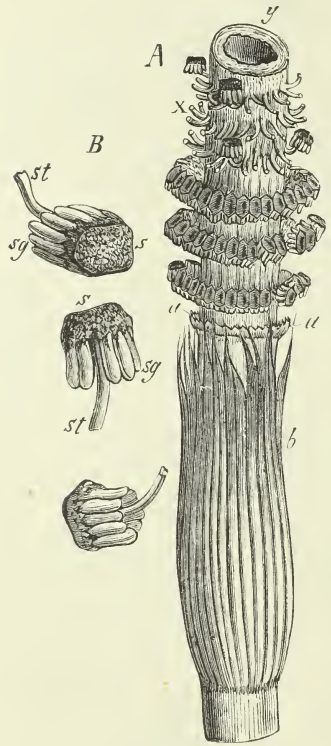


Fig. 228.
Equisetum Telmateja fruchttragende Spitze mit der untern Hälfte der Aehre b Blattſcheide. y Querſchnitt der hohlen Spindel. x Die Stiele der ſchildförmigen Sporenbehälter. B Die letzteren wenig vergrößert. st Stiel. s Schild sg Sporangien. (Nach J. Sachs.)

Die Riesenschachtelhalme bei San Nicolas (Ecuador).

bei einer Expedition in die Vorberge der Weſt-Cordillere unweit Quito angetroffen und gezeichnet.

Vom Ende der Steinkohlenzeit haben ſich verſchiedene, anſcheinend zum Typus der Schachtelhalme gehörigen Bäume gefunden, die man Calamodendron, Arthropitys (d. h. Gliederfichte) und ähnlich genannt hat, weil der dicke Stamm äußerlich ganz wie derjenige eines Schachtelhalms gebaut war, nämlich mit deutlich abgeſetzten Stengelgliedern, parallelen Riefen an der Oberfläche u. ſ. w. Aber dieſe „baumartigen Schafthalme" bildeten einen dicken, im Umkreiſe wachſenden Holzring um das Mark, deſſen Bau zwar einzelne Aehnlichkeiten mit demjenigen des Schafthalmſtammes aufweiſt, aber noch viel mehr mit demjenigen der Urſamenpflanzen (Nadelhölzer, Cycadeen und Gnetaceen), zu denen ſie daher auch von neueren Botanikern gezogen werden. Leider kennt man die Fruktifikationsorgane dieſer Pflanzen nicht, aus denen ſich leicht ergeben würde, ob wir es in ihnen wirklich mit Archiſpermen oder vielleicht mit baumförmigen Uebergangsformen von Schafthalmen zu denſelben zu thun haben. Die Nadelhölzer bieten in ihrem quirlartigen Aufbau und in der Form ihrer männlichen Kätzchen, wie ihrer Zapfen ſo manche habituelle Aehnlichkeiten mit den Schafthalmen, daß dieſe Anſicht nicht ohne Weiteres von der Hand zu weiſen iſt, und unter den Gnetaceen beſitzen die beblätterten Aeſte noch heute eine frappante Aehnlichkeit mit Schafthalmäſten. Aber wenn man auch geneigt ſein mag, in jenen ausgeſtorbenen Formen angehende Archiſpermen zu erblicken, ſo ſcheint es doch nicht wahrſcheinlich, daß ſie bereits vollendete Archiſpermen (Nadelhölzer, Gnetaceen, Cycadeen) waren, denn dieſe beſitzen dauerbare Fruchtſtände und Samen, die man zwiſchen jenen Reſten gefunden haben müßte, wenn ſie bereits vorhanden geweſen wären.

Fig. 229.
Equisetum Telmateja: Samenfaden; männlicher Vorkeim mit Samenfadenbehältern (a) und weiblicher Vorkeim mit einem Archegonium (a).

Den Bärlappen, welche wegen ihrer langen, dichtbeblätterten, den Boden feuchter Wälder mit verſtrickendem Geſtrüpp bedeckenden Ranken auch Schlangenmooſe genannt werden, glichen, ins Gigantiſche überſetzt, die

Siegel- und Schuppenbäume (Sigillarien und Lepidodendren, Fig. 230) der devonischen Landschaften und Steinkohlenwälder. Und in der That sind jene den wenigsten Menschen in der heimischen Flora auffallende Pflanzen — obwohl die meisten mit ihrem Sporenstaube in der Jugend eingepudert wurden — die letzten Ueberbleibsel ehedem mächtiger Geschlechter. Ehemals sechzig bis hundert Fuß hohe Stämme bildend, kriechen die letzten ihrer Nachkommen bescheiden am Boden, und die Zahl ihrer Häupter in Europa nimmt mit der Urbarmachung der Wälder von Jahr zu Jahr ab. Es ist ein aussterbendes Geschlecht, und vielleicht kommt eine Zeit, wo man nur noch in den Gewächshäusern einige ihrer ungemeinen Schönheit wegen dorthin gerettete Selaginellen bewundern wird. Sie passen nicht in diese Welt des Lichtes, und es giebt einzelne Arten darunter, die vor Schrecken ganz blaß werden, wenn sie von dem unverhüllten Sonnenlicht eine Weile bestrahlt werden, und die sich erst im Dunkeln wieder erholen. Im Steinkohlenwalde dagegen hoben sie kühn das Haupt über alle ihre Gefährten. Zu ihnen gehören jene in aufrechter Stellung begrabenen Steinkohlenbäume, von denen wir oben (S. 62) gesprochen haben; aufrecht treten sie als Zeugen einer

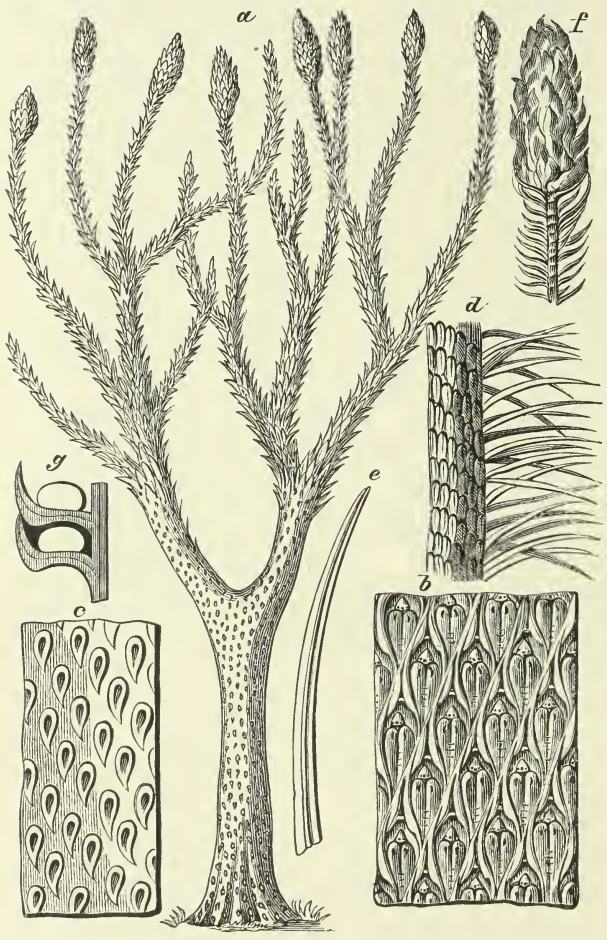


Fig. 230.
Schuppenbaum (Lepidodendron). a Restaurirter Baum nach Dawson. b, c Rindenstücke. d Zweigstück mit Blättern. e Ein einzelnes Blatt. f Endzweig mit dem zapfenförmigen Sporenstand. g Zwei Schuppen des Sporangien-Zapfens.

wunderbaren Zeit vor den Bergmann und durchbohren oft in dieser Stellung mehrere Schichten, die nacheinander abgelagert wurden. Ihre Erscheinung muß eine äußerst fremdartige gewesen sein, nämlich diejenige baumartiger Moose, deren einfach oder wiederholt gabliger Stamm in der Jugend dicht mit schmalen Blättern bedeckt war, wie die Getreideähre mit Spreublättchen. Beim Aelterwerden fielen die Blätter von unten herauf ab und ließen auf den meist schlanken, säulenförmigen Stämmen Narben in dichten mathematisch regelrechten Spirallinien zurück, von solcher Zierlichkeit der Anordnung, daß diese Säulen des Steinkohlenwaldes mit den geschmücktesten Säulen romanischer oder maurischer Bauten wetteifern könnten. Indessen die plumpe pelzartige Belaubung der sparsamen Aeste war unschön, aller malerischen Freiheit entbehrend und so bunt ihre gefiederten, wie mit Mosaikarbeit oder Stuckatur bekleideten Stämme auch neben den cannelirten Säulen der baumartigen Schafthalme standen, dem Steinkohlenwalde würde alle Anmuth gemangelt haben, wenn nicht Wedelfarne in größter Zahl, diese moosartigen Gewächse von dendritenartiger Starrheit umwuchert hätten.

Fig. 231.
Selaginella inaequalifolia. A Zweigspitze mit Sporenzapfen in doppelter Größe. B Der letztere im Längsschnitt, links männliche, rechts weibliche Sporangien tragend. Stärker vergrößert. (Nach Jul. Sachs.)

Die Schuppenbäume (Fig. 230) gehören zu den ältesten Landpflanzen, von denen man Ueberreste gefunden hat. Dawson hat nicht nur in den devonischen Schichten Spuren derselben getroffen, sondern er glaubt sie bis in die obersilurischen Ablagerungen zurückverfolgen zu können. Sie gehören auch zu den am vollkommensten bekannten vorweltlichen Pflanzen, denn man hat von ihnen nicht nur Sporen, sondern auch die zapfen- oder kätzchenartigen Sporenstände aufgefunden. Hiernach bleibt kein Zweifel, daß dieselben echte Bärlappgewächse waren, wie die Vergleichung ihres Sporenstandes (Fig. 230 g) mit demjenigen einer jetzt lebenden Selaginella (Fig. 231) leicht ergiebt. Ohne Zweifel war auch die Keimung eine übereinstimmende. Man wird sich das Verständniß des Folgenden wesentlich erleichtern, wenn man die Sporen der farnartigen Gewächse wie Blühknöspchen betrachtet, welche auf der Erde weiterwachsend (keimend) sowohl männliche als weibliche Organe auf gemeinschaftlichen Blüthenböden

(zwittrige Prothallien) oder auf verschiedenen Vorkeimen gesondert erzeugen. Im letzteren Falle, der bei den Selaginellen und einer verwandten, grasblätterigen Wasserpflanze, dem Igelkraut (Isoëtes) stattfindet, erzeugen kleinere Sporen (Microsporen) die Vorkeime mit männlichen Samenfäden, und größere (Macrosporen Fig. 232), deren Keimung mitunter schon auf der Mutterpflanze beginnt, das weibliche Organ (a) oder Archegonium, welches in seinem specielleren Bau kaum noch zu unterscheiden ist, von demjenigen der blühenden und Samen tragenden Pflanzen, im Besondern der Nadelhölzer.

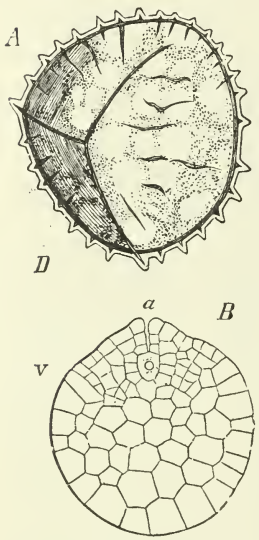


Fig. 232.
A Weibliche Spore von Isoetes lacustris. B Längsschnitt des Vorkeims mit der weiblichen Zelle (a). Vergrößert.

Weniger genau ist man mit den Sporenständen der Sigillarien (Fig. 233) bekannt, die indessen im Wesentlichen kaum abweichend gewesen sein dürften. Sehr eigenthümlich war der Bau des Stammes. Die weitverzweigten und gablig verästelten, mit ähnlichen Siegelabdrücken wie die Lepidodendrenstämme versehenen Wurzelstöcke der Sigillarien hat man früher für besondere Pflanzen gehalten und Stigmarien genannt, bis die Wurzeln in innigerer Verbindung mit den Stämmen, als sie sich gewöhnlich finden, angetroffen wurden. Im anatomischen Bau des Holzes und der Blätter, sowie in der Art des Wachsthums hat man in neuerer Zeit Aehnlichkeiten mit den entsprechenden Verhältnissen der Palmenfarne oder Cycadeen gefunden, was bei der gesammten Stellung dieser Pflanzen nicht zu verwundern ist, obwohl sie den Lycopodiaceen immerhin näher gestanden zu haben scheinen.

Die farnartigen Pflanzen büßten ihr Uebergewicht seit Beginn der Sekundärzeit ein, nachdem bereits in der Primärzeit ihre Alleinherrschaft durch das Auftreten unzweifelhaft höherer Formen in Frage gestellt worden war. Zahlreiche Angehörige dieser blüthenlosen Schaar, welche die Erde zuerst mit Wäldern geschmückt, leben im Schatten höherer Pflanzen und in wenig veränderten Nachkommen noch heute fort, Andere, wie die baumartigen Schuppen- und Siegelbäume und zahlreiche den Schafthalmen nahestehende Formen verschwanden bereits am Ende der Primärzeit für immer von der Oberwelt. Wenn wir in Folge solcher Lücken auch nicht von Glied zu Glied dem Erblühen des Pflanzenstammes folgen können, so ist das Gesetz doch vollkommen verständlich ausgedrückt in den auf unsere Zeit gekommenen Resten der lebenden wie der untergegangenen Pflanzenwelt. In der Primärzeit bereits vollzog sich diejenige Umwälzung, die man als die größte in der Pflanzenwelt zu betrachten sich gewöhnt hat, der Uebergang von den verborgen blühenden Pflanzen (Kryptogamen) zu den offen

blühenden (Phanerogamen). Bei den noch zu der ersteren Abtheilung gehörigen farnartigen Pflanzen entstehen, wie gesagt, auf der Unterseite der Wedel oder in Behältern (Sporangien), die endständige Aehren und Zapfen bilden, einfache Blühknöspchen (Sporen), die erst nach ihrer Trennung von der Mutterpflanze keimen, und blüthenartige Vorkeime mit männlichen und weiblichen Organen erzeugen. Wenn man sich die letzteren Organe sofort am Rande der Farnwedel oder in den Zapfen bärlappartiger Gewächse zu einfachsten Blüthen entwickelt vorstellt, so erhält man das beste Verständniß von dem wahren Verhältniß der farnartigen Gewächse zu den niedersten Blüthenpflanzen. Natürlich konnte eine solche Umwandlung nur ganz allmählig vor sich gehen, und mag im Ganzen ziemlich geringfügig erscheinen, gleichwohl wurde mit ihm die Pflanze wiederum ein ganz anderes Wesen. Wir haben früher gesagt, daß in dem unterirdischen Vorkeim einiger höheren Farnarten die Aehnlichkeiten dieser Pflanzen mit den niedersten Gewächsen begraben seien, wir könnten hinzusetzen, sie seien ohne Auferstehung begraben worden. In den höhern

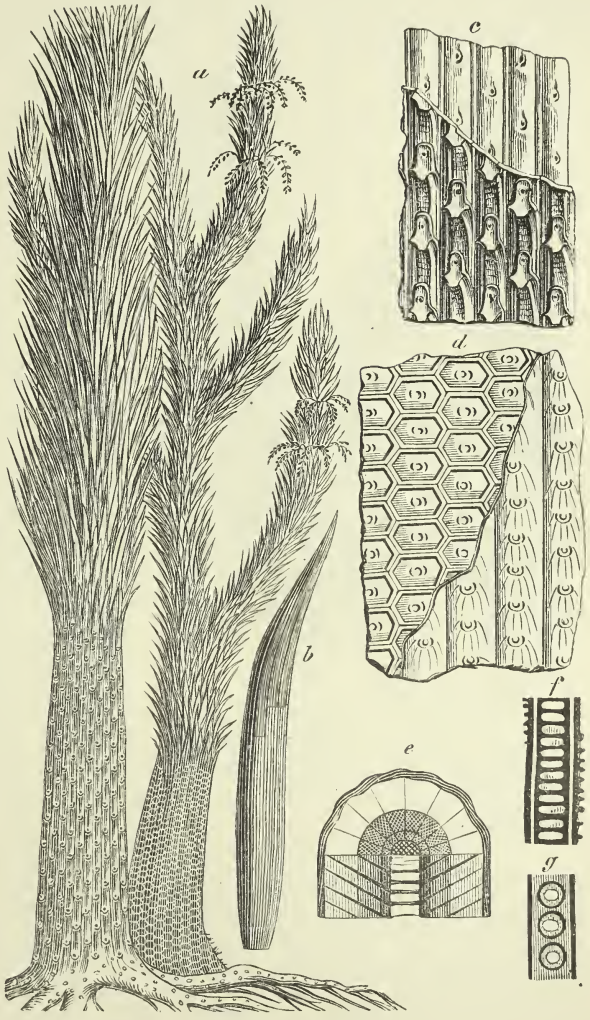


Fig. 233.
Sigillaria. a Restaurirte Bäume mit Sporenständen. b Ein einzelnes Blatt. c d Stammstücke, theilweise mit der Rinde bedeckt, von verschiedenen Arten. e Längs- und Querdurchschnitt des Stammes. f Treppengefäß aus dem den Markcylinder umschließenden Holzringe. g Punktirtes Gefäß aus dem äußern Umfange des Holzrings.

Pflanzen ist es nur noch die früheste Ei- oder Samenanlage, welche einige dieser Anklänge an das Ursein bewahrt. Bis zu den farnartigen Pflanzen hinauf bot der Befruchtungsvorgang durch im Wasser frei bewegliche, männliche Spermatozoiden oder Samenfäden noch Berührungen mit dem gleichen Vorgange in der Thierwelt, die man auf einen gemeinsamen Ursprung beider Reiche deuten konnte: auch das hat nun ein Ende. Der Blumenstaub besteht fortan aus trägen Körnchen wie bei den Florideen (S. 140), die fremder Hülfe bedürfen, um zu dem weiblichen Organ getragen zu werden, sei es auch nur die blinde Kraft der eine unendliche Stoffmenge verschwendenden Luftströmungen und Winde. Mit einem Worte, die Umwandlung, welche das Luftleben auf die Gewächse ausübte, ist eine viel vollkommenere, die alten Erinnerungen selbst aus der Entwicklungsgeschichte tilgende gewesen, als in der Thierwelt.

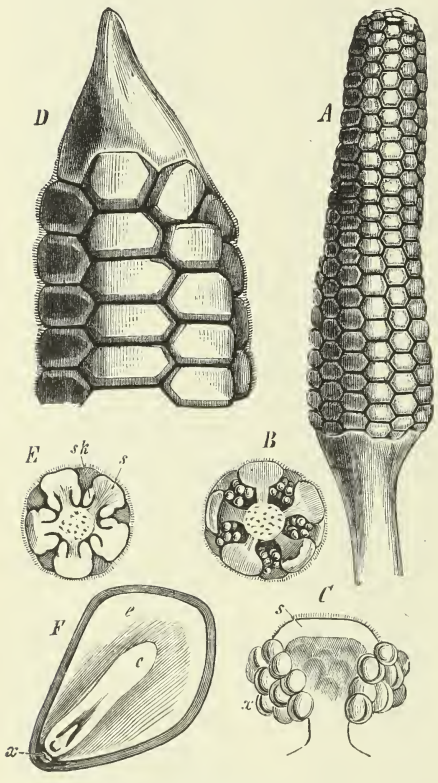


Fig. 234.
Blüthenstände eines noch lebenden Palmenfarn (Zamia muricata). Nach Karsten. A Männlicher Blüthenstand in natürlicher Größe. B Querschnitt desselben. C Staubblatt mit den Pollensäcken (x) und dem schildförmigen Träger (s). D Spitze eines weiblichen Blüthenstandes in natürlicher Größe. E Querschnitt desselben. s Die schildförmigen Träger der Samenknospen (sk). — F Reifer Same im Längsschnitt.

Dafür aber tritt uns eine unverkennbare Aehnlichkeit in der Gesammt-Entwicklung zwischen höhern Pflanzen und höhern Thieren entgegen. Die niedern Pflanzen entlassen ihre jungen Nachkommen ebenso wie die niederen Thiere als zum Theil sogar unbefruchtete Anlagen. Von nun ab jedoch ernährt die Pflanze ihr junges Kind bis zu einem den gesteigerten Ansprüchen entsprechenden, höhern Entwicklungsgrade; sie versorgt sein Kindesalter, in dem es selbstständig auftreten soll, mit kräftiger Eiweißnahrung; sie reift Samen. Man sollte daher besser in der Geschichte der Pflanzen von samenlosen und samentragenden Gewächsen, statt von blüthenlosen und blühenden sprechen, denn das Samentragen ist die wesentlichste Neuerung, welche die Blüthen der jüngern Pflanzenwelt vor denen der älteren voraushaben. Sie entsprechen darin den höhern, lebendig gebärenden Wirbelthieren.

Die Urſamen-Pflanzen der Welt ſind heutigen Tages noch durch eine ſehr anſehnliche und zwei kleinere Familien vertreten, die in keiner Beziehung ihre Verwandtſchaft mit den farnartigen Vorfahren verleugnen. Es ſind dies die Nadelhölzer oder Zapfenträger (Coniferen), die Palmenfarne (Cycadeen) und die Gnetaceen. Bei allen dieſen Uebergangsformen ſtehen die Blüthen auf der niedrigſten Stufe der Entwicklung. Man glaubte ſonſt, daß bei ihnen die weibliche Blüthe auf ein bloßes, aller Hüllen entbehrendes Eichen beſchränkt ſei, und nannte dieſe Abtheilung deshalb diejenige der nacktſamigen Pflanzen (Gymnoſpermen) zum Unterſchiede von den bedecktſamigen (Angioſpermen), zu denen alle höheren Pflanzen gerechnet wurden. Allein dieſe Betrachtungsweiſe iſt bei neuerer Unterſuchung nicht ſtichhaltig befunden worden, und wir nennen ſie daher beſſer Urſamen-Pflanzen (Archiſpermen). Die Palmenfarne oder Cycadeen, deren Wedel die meiſten unſerer Leſer aus ihrer Verwendung bei Begräbniß-Ceremonien, bei denen ſie als „Palmenzweige" dienen, kennen, erinnern noch in vielen Punkten an echte Farne. Zur Steinkohlenzeit und am Ende der Primärperiode gab es noch farnähnlichere Formen als jetzt, die man als Nöggerathien bezeichnete, und die zum Theil zwiſchen Farnen, Cycadeen und Coniferen in der Mitte ſtehen, und mit Recht geradezu als Uebergangsglieder betrachtet werden. Sie waren die Vorgänger der eigentlichen Cycadeen, welche erſt in der Triaszeit häufiger wurden, um während der geſammten Sekundärperiode den Hauptſchmuck der Welt auszumachen. Ein nicht hoher, walzenförmiger oder verkürzter und dann faſt eiförmiger Stamm trägt bei den Cycadeen die in Spirallinien vertheilten, meiſt einem langen Fiederpalmen-Blatt ähnlichen Wedel. Dieſelben ſind in der Jugend ſchneckenförmig eingerollt, wie bei den Farnen, und entwickeln ſich in ähnlicher Weiſe, ſo daß auch ſie mehr beblätterte Zweige als Blätter vorſtellen. Die männlichen und weiblichen Blüthen treten in ganz ähnlichen Stellungen auf, wie die Blühknöspchen der Farne, nämlich entweder auf der Fläche und am Rande kopfförmig gehäufter Wedelfiedern oder in einer end-

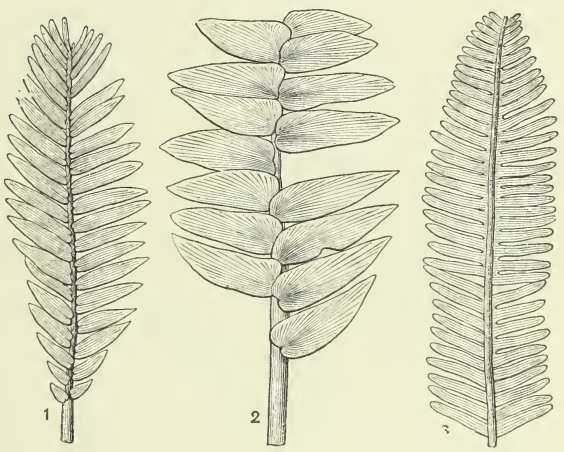


Fig. 235.
Cycadeen-Wedel der Sekundärzeit.
1 Zamites Moreaunus Brongn (Jura). 2 Otozamites decorus Sap. (Jura.) 3 Pterophyllum concinnum Heer (aus der Kreidezeit).

ständigen Aehre, die dann äußerlich sehr den Aehren der Schafthalme gleicht (vergl. die Fig. 234 mit Fig. 228). Sie brachten die Physiognomie der Palmen in die junge Welt, ohne die Grazie der vollendeten Palmenform zu besitzen.

Wir zeigen in der letzten Abbildung (Fig. 235) unsern Lesern einige dieser steifen Wedelformen ausgestorbener Arten. Die Jurazeit, namentlich die Oolith-Periode derselben, war das Zeitalter ihres größten Artenreichthums und der stärksten Massenentfaltung, und die palmenartigen Bäume unsrer Juralandschaft (Taf. II) gehören der hier in einem jüngern Vertreter abgebildeten Gattung Pterophyllum an. Auch in der Kreidezeit waren sie noch zahlreich, obwohl eine Abnahme merklich ist, aber während sie damals über die gesammte Erdoberfläche verbreitet waren, bewohnen heute nur noch sparsame Arten, meist in Gesellschaft ihrer alten Kameraden, der baumartigen Farne, einen schmalen Gürtel der warmen Zone, der sich indessen mit nur geringen Unterbrechungen um die Erde herumlegt. Auch unter den lebenden Cycadeen-Arten sind manche, die in vieler Beziehung lebhaft an Farne erinnern, wie z. B. die afrikanische Stangeria, die das Gepräge längst ausgestorbener Arten trägt, andere hingegen neigen stark zu den Coniferen hinüber, kurz sie tragen in jeder Beziehung den Charakter von Uebergangsformen, die in der Regel zum Aussterben verurtheilt waren.

Fig. 236.
Ginkgo biloba (Salisburia adiantifolia). 1 Zweigspitze mit weiblichen Blüthen in halber Größe. 2 Männliches Kätzchen.

In der That hat man früher eine Reihe von Pflanzen zu den Nöggerathien und mit diesen zu den Cycadeen gerechnet, die in Wirklichkeit zu der eigenthümlichen Gruppe der farnblättrigen Nadelhölzer — man verzeihe den Widerspruch, aber Zapfenträger (Coniferen) wäre hier ebenso falsch! — gehören. Es sind dies unsrem Taxus in der Blüthen- und Fruchtbildung nahestehende Pflanzen, die aber breite und zum Theil gelappte grüne Blätter, ganz wie die Laubbäume hatten, und in der Primär- und Sekundärzeit die damals noch gänzlich fehlenden Laubhölzer physiognomisch ersetzten. Eine einzige Art dieses wunderbaren Typus ist von ihnen in Ostasien am Leben geblieben, der

sogenannte Vierzigthaler-Baum (Ginkgo oder Salisburia biloba) unserer Parke (Fig. 236), dessen lichtgrüne Blätter an Farnkräuter und dessen männliche Kätzchen fast an die unserer Pappeln und Haselnüsse erinnern, während die weibliche Blüthe diejenige eines echten Nadelholzes ist. Blätter und Blüthentheile von nahen Verwandten dieser Pflanzen hat man in jurassischen Süßwasserbildungen des obern Amurgebietes und anderer Gegenden gefunden, so daß anzunehmen ist, sie hätten die Ufer der damaligen Landseen beschattet, und ihre Blätter und zarten Blüthenkätzchen seien dort hineingeschwemmt worden.

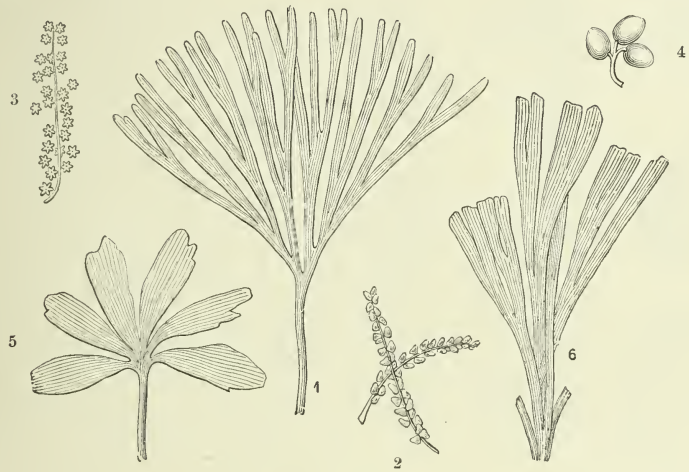


Fig. 237.
Aelteste Vertreter des Eibengeschlechts. 1—4 Baiera Münsteriana Heer (Jura). 1 Blatt. 2 Männliche Kätzchen. 3 Dieselben nach dem Ausfallen der Antheren. 4 Früchte. 5 Ginkgo pluripartita Heer (Wealden). 6 Ginkgophyllum Grasseti Sap. aus den permischen Lichten von Lodève.

Die hierher gehörigen fossilen Gattungen Baiera, Ginkgo, Ginkgophyllum u. A. waren wahrscheinlich, wie das noch lebende Ginkgo, hohe Bäume, deren an den verkürzten Aesten (Kurztrieben) zusammengedrängtes, lichtgrünes Laub ähnliche Kronenbildungen wie unsere, damals noch fehlenden Laubhölzer darbot. Bei einigen derselben (Fig. 237) war das Laub so vollständig farnartig, daß man dasselbe, ehe man die Blüthentheilchen und Früchte gefunden hatte, Farnkräutern zutheilte, wie es denn namentlich in der noch lebenden Farn-Familie der Schizäaceen genau entsprechende Wedelbildungen giebt. Die heute auf eine einzige lebende Gattung beschränkte Gruppe läßt sich in den Gattungen Dadoxylon, Baiera, Trichopitys und Dicranophyllum bis zur Steinkohlenzeit zurückverfolgen, gehört somit zu den ältesten Ursamenpflanzen, die wir kennen.

Die Nadelhölzer im strengeren Sinne des Wortes schließen sich physiognomisch den Bärlapparten oder Lycopodiaceen, die, wie wir vorhin sahen,

in der Steinkohlenzeit hohe Bäume bildeten, näher als den Farnen an. Die jetzt nur in Süd-Amerika und auf den australischen Inseln vorkommenden Araukarien, welche dem ältesten, ehemals über die gesammte Erde ausgebreiteten Typus echter Nadelhölzer unter allen lebenden Verwandten in der Tracht am ähnlichsten sind, gleichen mit ihren dicken, die Aeste in dichten Schraubenlinien bedeckenden Schuppenblättern völlig einem baumartigen Bärlappgewächs. Einige der kleinen Bärlappe unserer Wälder sind der Tracht nach kaum zu unterscheiden von den mit angedrückten Schuppen bedeckten Aesten mancher Cypressen-Arten und selbst einem namhaften Botaniker konnte es zustoßen, daß er eine Cypressen-Art Sumatra's für ein baumartiges Lycopodium ansah. Ueberhaupt wird uns der Typus unserer Nadelhölzer am verständlichsten werden, wenn wir in ihm die Anklänge an die Schafthalm-Form, in der quirlförmigen Astbildung, und an die Lycopodium-Form in der dichten Schuppen- oder Nadelbeblätterung beachten. Die Zapfen und kätzchenförmigen Blüthenstände der Nadelhölzer gleichen denjenigen der Schafthalme und Bärlapparten der Vorwelt außerordentlich (Fig. 238), nur daß sie unter ihren Blattschuppen nicht Blühknöspchen, die erst auf der Erde keimen, sondern gleich wirkliche Blüthen entwickeln. Wir kennen die Mittelglieder zwischen den baumartigen Bärlappen oder Schafthalmen und ältesten Nadelhölzer nicht, wahrscheinlich gehörten manche, der bisher theils als Schafthalme, theils als Bärlappe, theils als Nadelhölzer beschriebenen älteren Formen zu diesen Uebergangsgliedern (vergl. S. 317). Die Unterscheidung ist nicht leicht, denn bei einer sorgsamen Vergleichung zeigt sich, daß bei den Blüthen der Nadelhölzer und aller Ursamenpflanzen sogar noch dieselben Bezeichnungen angewendet werden können, wie bei den Kryptogamen. Die nunmehr als Pollensäckchen bezeichneten Microsporangien stehen an der äußern Basis schildförmiger Blätter (Fig. 234 C, 238 B), die zu einem ährenförmigen Blüthenstande wie bei den Schafthalmen vereinigt sind (A in beiden Figuren). Die von den Pollensäckchen entleerten Pollenkörner verdienen noch den Namen Microsporen, da sie nicht wie die Pollenkörner der höhern Pflanzen einzellig sind, sondern sich zu drei bis vier Zellen

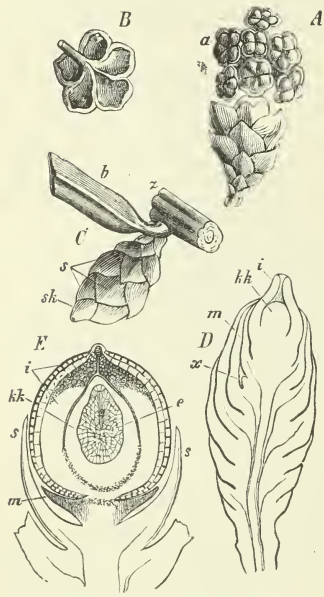


Fig. 238.
Taxus baccata A Männliche Blüthe (vergrößert). a Pollensäcke. B Dieselben geleert. C Laubsproß mit weiblicher Blüthe. s Schuppenhülle. sk Samenknospe. D und E Längsdurchschnitte der Samenknospe vor der Befruchtung. i Hülle. kk Kern der Samenknospe. s Deckblätter. x Nebenknöspchen. (Nach J. Sachs.)

gliedern, die einem rudimentären Prothallium entsprechen. Die Macrosporangien oder weiblichen Blüthen stehen entweder einzeln, wie beim Taxus (Fig. 238 C D E), oder ihrer viele sind zu einem Zapfen vereinigt. Der keimenden Macrospore mit dem Archegonium (Fig. 232 B) entspricht der Knospenkern der Archispermen mit einem oder mehreren Embryosäcken (Archegonien Fig. 239 A c), allein nunmehr sind es nicht mehr selbstbewegliche Samenfäden, welche im Wasser schwimmend, die Befruchtung des weiblichen Organs vollziehen, sondern an deren Stelle sind staubförmige Pollenkörner getreten, die der Wind auf die weiblichen Blüthen führt. Dort treiben sie Schläuche (Fig. 239 p), die bis zu der Samenanlage hinabsteigen und sie auf der Pflanze selbst befruchten. Damit ist nahezu die Form erreicht, in welcher sich dieser Vorgang bei allen später erschienenen Pflanzen wiederholt; das junge, in dem weiblichen Organe entstandene Pflänzchen wächst vorläufig nur bis zu einem gewissen Grade aus und tritt dann in den Zustand der Samen-Ruhe, welchen die Natur bis dahin nicht gekannt hatte. Denn wie wir oben sahen, wächst bei den Moosen, Farnen, Bärlappen, Schafthalmen u. s. w. die junge Pflanze als Mooskapsel, Farnwedel u. s. w. sogleich aus der Blüthe ununterbrochen weiter; die Ruheperiode gehörte ehemals der Spore, die wir als Blüthenanlage bezeichnet haben, zu; von nun an ist es die im Samen geborgene, junge Pflanze selbst, deren erste Entwicklung auf der Mutterpflanze stattfindet und dann bis zur Ueberpflanzung in die Erde ruht.

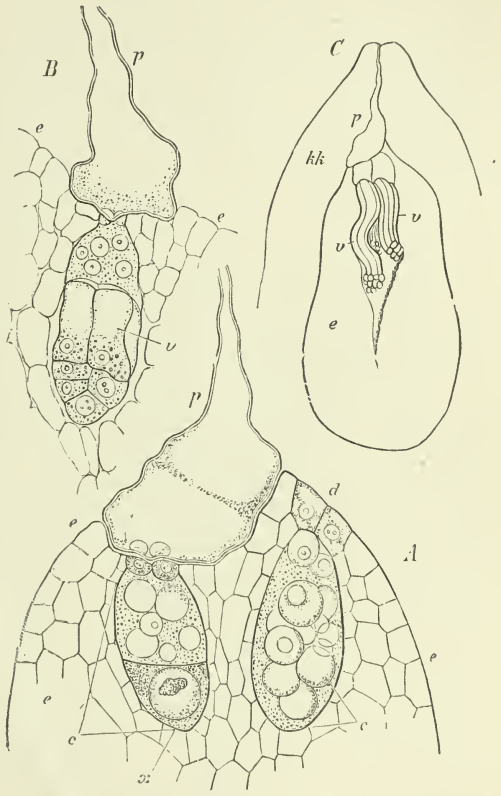


Fig. 239.
Taxus canadensis. A B C Querschnitte durch die weibliche Blüthe in drei aufeinanderfolgenden Stadien nach der Befruchtung bei abnehmender Vergrößerung. c Archegonien. d Halszellen. p Das untere Ende des Pollenschlauchs. e Endosperm. k k Knospenkern. v v Embryonalschläuche. (Nach Hofmeister.)

Die Coniferen oder Nadelhölzer, welche bereits in der Steinkohlenzeit in einzelnen Erstlingen auftraten, gewannen in der Sekundärzeit mit den Palmen-

farnen das Uebergewicht über die von da an zurücktretenden Baumfarne, Schafthalme und Bärlappe, besonders durch das vollkommne Aussterben der zu den Bärlappen gehörigen Schuppen- und Siegelbäume. Neben die bisher erwähnten Taxineen mit einzeln stehender weiblicher Blüthe traten früh andre Coniferen mit zapfenförmigem Blüthenstand, bei denen hinter jeder Schuppe zwei oder mehrere weibliche Blüthen stehen. Die Walchien, Ullmannien und Voltzien waren die ältesten Vertreter dieses Grundstammes, von dem sodann sich die Albertien abzweigten, die in breitblättrigen Dammarbäumen noch heute Nachkommen zu haben scheinen. Jene vollkommen ausgestorbenen Geschlechter glichen im äußern Ansehen und in ihrer dichten, rings um die Aeste gehenden Belaubung (Fig. 240) den schon oben erwähnten, noch heute lebenden Araukarien, die jedoch in ihrer modernen Form nur bis zur Jurazeit zurück verfolgbar sind. Wahrscheinlich hatten diese ältesten Zapfenträger ebenso wie die Abietinen der nördlichen und wie die Araukarien der südlichen Hemisphäre hängende (d. h. verkehrt, mit der Mündung nach unten gerichtete) weibliche Blüthen.

Die Familie der den Araukarien ähnlichen ältesten Nadelhölzer, welche mit ihren Nebenzweigen durch die Dyas-, Trias- und Lias-Periode ausschließlich die Herrschaft behielt, machte dann den in der Jurazeit beginnenden und bis zur Kreidezeit überwiegenden Cypressen (Cupressinen) mit aufrechten Samenanlagen Platz, bei welchen eine Tendenz theils zur Verkleinerung, theils zur Verschmälerung der Blätter in Nadeln und Schüppchen bemerklich wird. Wenn wir nach analogen Erscheinungen der Jetztzeit einen Schluß machen dürfen, so glauben wir in einem Nadelholze der Triaszeit bei einer Voltzia (Fig. 240) eine Uebergangsform von den Araukarien zu den jüngeren Gruppen wahrzunehmen. Sie zeichnet sich dadurch aus, daß sie gleichzeitig zweierlei ganz verschiedene Nadeln an ihren Zweigen trägt. Man wird dadurch an die Metamorphose erinnert, welche die lebenden Cupressinen unserer Parke als Seitenstück zur Metamorphose der Thiere durchmachen. In der Jugend zeigen sie nämlich fast alle, mögen sie nachher aussehen, wie sie wollen, in einem dreigliederigen Quirl stehende Nadeln. Diese Nadeln erhalten sich bei den echten Wachholder-Arten dauernd, bei den Sabina-Arten hingegen verschwinden sie bald und machen anliegenden Schuppen Platz. Bei den aus Samen gezogenen eigentlichen Cypressen und Lebensbäumen verlieren sich die Nadeln, welche offenbar einen Ahnen-Charakter darstellen, noch schneller, doch kommt es ausnahmsweise auch vor, daß z. B. der in unseren Parken häufige, amerikanische Lebensbaum das Nadelgewand seiner Ahnen durch eine Art Atavismus zeitlebens behält, und ebenso alle von ihm genommenen Pfropfreiser, die dann häufig für ganz andere Cupressinen gehalten werden. Eine ähnliche Metamorphose hat sich bei verschiedenen Nadelhölzern aller Unterfamilien dadurch vollzogen, daß die ursprünglich in dichten Spiralen rings um die Aeste stehenden Nadeln sich

zweireihig angeordnet haben, wie bei unserer Fichte oder Rothtanne, um das Licht besser aufzufangen. In weiterem Verfolg dieser Erscheinung sind von den zahlreicheren Reihen, welche die Nadeln ursprünglich um die Aeste

Fig. 240.
Voltzia heterophylla aus der Trias. Restaurirt nach Schimper.

bilden, häufig alle bis auf zwei verkümmert und endlich verschwunden, so daß diese sich fiederartig nach zwei Seiten horizontal ausbreiten, wie bei Taxus, Taxodium u. A. Bei verschiedenen ausgestorbenen Formen ist dieser Vorgang

auf verschiedenen Stufen zu verfolgen; die abortirenden Reihen sind, wenn auch in verkümmerter Ausbildung, noch zwischen den beiden vollauswachsenden Nadelreihen erhalten.

Erst in der Kreidezeit erschienen diejenigen Nadelhölzer, an welche wir zuerst denken, wenn wir diesen Namen brauchen, nämlich die Abietinen (Kiefern, Cedern, Fichten, Tannen, Lärchen u. s. w.), welche durch längere Nadeln und hängende Samenanlagen ausgezeichnet sind. Mit dem Beginn der Tertiärzeit übertrafen sie die Cypressen an Artzahl, und heute haben sie, namentlich in den gemäßigten Zonen, vollends das Uebergewicht erlangt. Während aus den älteren Epochen eine große Anzahl von Araucarien im fossilen Zustande erhalten ist, leben deren nur noch sechs; von der nahestehenden Sequoja-Gruppe, der die nordamerikanische Riesenceder (Sequoja oder Wellingtonia) angehört, kennt man gegen siebzig fossile Arten aus Europa, während heute keine einzige daselbst mehr vorhanden ist. Die letzte europäische Art, Sequoja Langsdorffi, welche von der noch lebenden S. sempervirens Amerika's vielleicht gar nicht oder sehr wenig verschieden ist, bildete in der Miocänzeit bei uns noch große Wälder. Umgekehrt waren kurz vor dem Beginn der Tertiärzeit die heute herrschenden Abietinen sehr selten und beispielsweise statt des heute gegen hundert Arten umfassenden Geschlechts der Kiefer oder Föhre gab es zu einer gewissen Epoche der Vorzeit nur eine einzige Art dieses Geschlechts, die man wegen ihrer Aehnlichkeit mit der amerikanischen Weymouthskiefer als Pinus Palaeo-Strobus bezeichnet hat. Von ihr lassen sich, wie C. von Ettingshausen in jüngster Zeit gezeigt hat, die sämmtlichen heute lebenden Kiefern in zwei Hauptreihen ableiten, von denen die eine diejenigen Kiefern umfaßt, welche stets zwei Nadeln in derselben Scheide enthalten, die andre diejenigen mit drei bis fünf Nadeln. Die erstere Reihe führt durch P. Palaeo-Laricio und P. hepios einerseits auf die Schwarzkiefer (P. Laricio) und ihre Abarten und andererseits auf die gemeine Kiefer (P. sylvestris) und Krummholzkiefer (P. Pumilio), welche also verhältnißmäßig junge Formen sind. Von der andern Reihe, die mit (P. Prae-Cembra) beginnt, stammen die Weimouthskiefer (P. Strobus) und Weihrauchskiefer (P. Taeda) Amerika's einerseits und die Zirbelkiefer (P. Cembra) der europäischen Gebirge andrerseits ab. Wir haben dieses Beispiel eines in allen seinen Uebergängen verfolgten Stammbaum's von einem heute weitverbreiteten Baumgeschlechte anführen wollen, als einziges Beispiel von den vielen Fällen, in denen man die Abstammung unserer Waldbäume bis in den Anfang der Tertiärzeit verfolgen konnte, zu deren ferneren Darlegung uns aber hier der Raum fehlen würde. Ebenso wie die Kiefern, haben sich die in der Vorzeit nur in ein bis zwei Arten vertretenen Geschlechter der Fichten, Tannen, Schierlingstannen (Tsuga) und Lärchen vermehrt, während die Cypressen sich sehr vermindert haben und in Europa bis auf zwei bis drei Arten ausgestorben sind.

In der Einfachheit der Blüthen- und Samenbildung schließt sich unmittelbar an die Palmenfarne und Nadelhölzer eine dritte Familie an, die

Fig. 241.
Welwitschia, Stämme in einer Ebene bei Mossamedes.
Ganz im Vordergrunde ein Exemplar mit an kurzen Aesten sitzenden Blüthenkätzchen oder -Zapfen.

der Meningo's oder Gnetaceen, interessant dadurch, weil sie einen Uebergang von den Ursamenpflanzen zu unsren blumenlosen Kätzchen-Bäumen

und Sträuchern darzustellen scheint. Es ist natürlich eine uralte Familie, die aber heute bis auf drei bekannte Gattungen Gnetum, Ephedra und Welwitschia ausgestorben ist. Die beiden ersten Gattungen enthalten Bäume und Sträucher mit gegliederten Aesten, kleinen, zum Theil schuppenartigen Blättern und unscheinbaren Blüthen. Von dem in Europa vorkommenden Meerträubchen (Ephedra), welches in seiner Tracht lebhaft an Schafthalme erinnert, kennt man einige fossile Arten aus der Sekundärzeit und in Stephanocarpus und Gnetopsis glaubt Renault sogar Gnetaceen der Steinkohlenzeit nachgewiesen zu haben. Eine höchst abenteuerliche Gestalt zeigt der hierhergehörige Tumbo (Welwitschia mirabilis) Südwest-Afrika's (Fig. 241), welcher einen bis zwei Fuß langen Stamm keilförmig in die Erde treibt, dessen nur wenige Zoll über die Oberfläche emporragender Kopftheil dicke, runde Platten bis zu vierzehn Fuß Umfang bildet, die in der Regel durch einen Querspalt tief in zwei Hälften getheilt werden, an denen je ein zwölf bis achtzehn Fuß langes, hartes, bandartiges Blatt sitzt. Diese beiden, oft bis an den Stamm gespaltenen und zerschlitzten Blätter sind die einzigen, welche dieses Gewächs in seinem vielleicht hundertjährigen Leben treibt. Dagegen entspringen beinahe alljährlich in der Nähe der Blattachsel zapfen- oder kätzchenförmige Blüthenstände, mit männlichen oder weiblichen Blüthen unter den Schuppen, welche Samen erzeugen, die wie die der Coniferen geflügelt sind, um vom Winde weiter getragen zu werden, bis sie eine günstige Keimungsstelle finden. So erscheint sie in ihrer grotesken zweiblättrigen Gestalt, wie ein vergrößerter Urtypus jener Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, die wir als die Zweiblattkeimer (Dicotylen) bezeichnen.

Wir müssen hier eine allgemeine Umschau einschalten. Während die Landschaftsphysiognomie noch während der ganzen Sekundärzeit durch Farne, Palmenfarne und Nadelhölzer bestimmt blieb, hatten sich längst neue Fortschritte im grünen Reiche geltend gemacht, welche sich einestheils auf die Ausbildung des Laubes, andererseits auf die der Blüthen erstreckten. Wir wissen, daß unter den Kryptogamen und zum Theil selbst bei den Ursamenpflanzen von einem Blatte, d. h. einem Organ, dem die Arbeit der Nahrungsaufnahme ausschließlich zufiel, nicht wohl die Rede sein kann. Ebenso wenig gab es eigentliche Blumen; die weiblichen und männlichen Organe boten sich ohne farbenprächtige Hülle den Winden dar, die den Staub der männlichen auf die weiblichen Blüthen führten. Bei der neuen Zeit und Periode der Pflanzen handelt es sich nicht mehr um so tiefgehende Umwandlungen, wie diejenige war, welche die Sporenpflanze in eine Samenpflanze umschuf, sondern es handelt sich fast nur noch um eine Sicherung des Fortpflanzungsgeschäfts durch die verschiedensten Mittel und Wege und alle künftige Fortbildung knüpft deshalb an die Blüthe, das höchste Entwicklungs-Objekt der Pflanze an. Ihre Wandlungen halten keinen Vergleich mit denen des Thieres aus, bei denen Sinnes-, Denk- und Fortbewegungsorgane der Verbesserung eine weite Bahn eröffneten, aber dafür auch eine größere Viel-

gestaltigkeit erzeugten, welche die Feststellung der hauptsächlichsten Entwicklungslinien des Thierreiches viel leichter erscheinen lassen, als die des Pflanzenreiches mit seiner bei allem Reichthum der Formen hindurchblickenden Einförmigkeit der Lebensweise.

Ohne Zweifel hat es neben Palmenfarnen, Nadelhölzern und Gnetaceen in der Primärzeit noch manche andere, jetzt ausgestorbene Ursamenpflanzen gegeben, die ebenso unmittelbar und nahe, wie jene an die Farngewächse anknüpften, aber zukunftsreichere Sprossen des grünen Reiches darstellten. In den Steinkohlenschichten hat man mancherlei wegen des Fehlens überlebender Verwandten räthselhaft erscheinende Formen angetroffen, namentlich zahlreiche Samen, welche den Beweis lieferten, daß die damaligen nach ihrer Tracht den Gräsern, Lilien und Palmen angenäherten Pflanzen ebenfalls Ursamenpflanzen waren, die aber andern Entwicklungsrichtungen der Pflanzenwelt angehörten und zum Theil krautartige Formen darstellten. Sehr interessant ist in dieser Beziehung ein Pflanzenrest aus der Steinkohlenzeit, welcher den Anblick ährenförmig angeordneter wirklicher Blumen höherer Gewächse darbot und deshalb das versteinerte Blumengewächs (Antholites Fig. 242) getauft wurde. Die genauere Untersuchung hat gezeigt, daß wir in diesen und ähnlichen Gewächsen ebenfalls Ursamenpflanzen vor uns haben, die in ihrer Rangstufe zwischen Cycadeen und Coniferen stehen, obwohl sie im Habitus eine Annäherung an die höheren Blüthenpflanzen verrathen.

Fig. 242.
Antholites (Cordaianthus anomalus).

Zum Glück haben sich in französischen Steinkohlenschichten verkieselte Blüthenstände dieser Pflanzen, welche man wegen ihrer herzförmigen Früchte Cordaiten nennt, erhalten, und diese zeigen die Mittelstellung derselben deutlich genug. Bei den männlichen Blüthenständen (Fig. 243 A) bestehen die Blüthen einfach aus einigen Staubfäden (a), welche an ihrer Spitze zwei bis vier an der Basis verwachsene Antheren (b) tragen und einzeln oder in Gruppen zwischen den Brakteen stehen. Die äußerlich sehr ähnlichen weiblichen Blüthen (B) enthalten auf kurzen Stielchen, von einzelnen Deckblättern (c) umgeben, einzelnstehende weibliche Blüthen, die eine, von einfacher Hülle (d) eingeschlossene nackte Samenknospe (a) enthalten. Bei dem abgebildeten Exemplar zeigten sich in der Pollenkammer, wie in der verlängerten Spitze derselben eingedrungene Pollenkörner; wir erblicken also einen Befruchtungsvorgang aus der Steinkohlenzeit, als dauerhaftes mikroskopisches Präparat in einem Kieselschliffe!

Vergleicht man die Gruppe der Ursamenpflanzen (Archispermae), von denen wir bisher gesprochen haben, mit den ohne Zweifel aus ihnen

hervorgegangenen und heute in ungeheurer Mehrzahl vorhandenen echten Samenpflanzen (Metaspermae), zu deren Betrachtung wir uns nunmehr wenden, so tritt uns als der allgemeinste und wichtigste Fortschritt die Beschützung der bei den Ursamenpflanzen den äußern Unbilden und Gefahren sehr ausgesetzten Samen-Anlagen oder Eichen entgegen. Wir sehen sie in der vorstehenden Figur ganz offen, nur von einigen lose darum stehenden Hüllblättern bedeckt, allen von außen andringenden Schädlichkeiten preisgegeben. Bei den höhern Pflanzen verwachsen dagegen stets ein- oder mehrere zur Seite oder rings um die Samenanlagen stehenden Frucht-

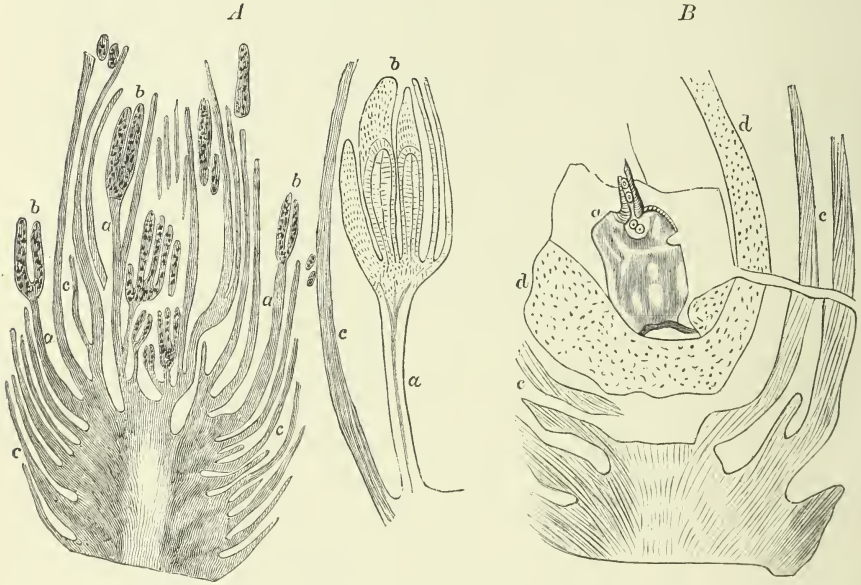


Fig. 243.
A Männlicher Blüthenstand von Cordaianthus Penjoni Renault. B Zu Befruchtung begriffene weibliche Blüthe von Cordaianthus Grand Euryi Ren. (Steinkohlenschichten von St. Etienne.)

blätter (Carpelle) zu einer über dieselbe geschlossenen Kuppel, mit einer engen, verschlossenen Eingangsöffnung (Narbe) am Gipfel, die sich häufig zu einem engen Schlot (Griffel oder Pistill) verlängert, durch dessen weiches Gewebe nunmehr die befruchtenden Schläuche, zu denen die auf die Narbe gelangten Pollenkörner auswachsen, hindurchdringen müssen, um die Samen-Anlagen oder Eichen zu befruchten. Man nennt diese schützende Hülle den Fruchtknoten und unterschied nach seinem Vorhandensein die höhern Pflanzen als Bedecktsamige (Angiospermae) von den nacktsamigen Archispermen (Gymnospermae). Den materiellen Vortheil, welchen diese Einschließung der jungen Samen-Anlagen in einem Fruchtknoten mit sich brachte, erklärt Wilson durch den damit herbeigeführten

Schutz der zartesten, empfindlichsten und wichtigsten Theile der Pflanze gegen Wetterunbill, Brandpilze und andre Krankheitskeime, welche sie bedrohen. Indem die Pflanze die zarten Samen-Anlagen durch eine Hülle, welche nur filtrirte Luft einließ, von der Außenwelt vollständig abschloß, führte sie eine sanitäre Maßregel ein, deren Nutzen uns die neueren Forschungen verständlicher gemacht haben. Der Abschluß gegen mikroskopische Keime ist so vollkommen, daß selbst die Pollenkörner gezwungen werden, ihre Schläuche durch ein oft sehr langes saftiges Gewebe hindurchzutreiben, um zum Ei zu gelangen. Der Fortschritt ist also hier ein offenbarer.

Die einfachst gebaueten Metaspermen-Blüthen sind vorwiegend getrennten Geschlechtes, doch auch zuweilen zwittrig gebaut. Wir sehen in unserer gewöhnlichen Mistel (Viscum) und ihren zahlreichen Verwandten, den Loranthaceen, Pflanzen, die man gewöhnlich zu den Metaspermen rechnet, weil sie einigen Gruppen derselben sehr nahestehen und auch manche Kennzeichen derselben, wie z. B. die einzelligen Pollenkörner, besitzen, aber ihre Samenknospe ist noch nackt, weil ihr wesentlicher Theil, der Kern freiliegt und ein eigentlicher Fruchtknoten fehlt. Dagegen zeigt sich eine offenbare Uebereinstimmung der Blüthenbildung mit derjenigen mancher Gnetaceen, z. B. der oben abgebildeten Welwitschia und der Gnetum-Arten, so daß wir in ihnen wirklich eine Uebergangsgruppe vor uns haben, die ebenso unmittelbar mit gewissen Archispermen, wie mit Metaspermen verbunden ist und eigentlich für sie eine besondre Zwischenklasse aufgestellt werden müßte. Auch sieht man bei ihnen zuerst, was man, wenn auch in einfachster Form eine Blume nennen könnte. Die Staubgefäße (Antheren), welche bei der Mehrzahl der eigentlichen Metaspermen von dünnen Fäden (Staubfäden) getragen werden, sitzen hier nämlich noch auf blattförmigen Organen, die bei manchen tropischen Arten lebhafte Farben annehmen.

Es ist merkwürdig, daß diese niedersten und vermuthlich ältesten Metaspermen heute nur noch als Schmarotzer ihr Dasein fristen können, als seien Bedingungen in der Natur eingetreten, die eine selbstständige Ernährung dieser Uebergangsgruppe nicht mehr erlaubten. Dieses Verhalten wird dadurch bedeutsam, daß die ältesten Metaspermen, deren Blüthenstände im englischen Oolith aufgefunden worden sind, die Gattungen Williamsonia und Goniolina, sowie einige zweifelhafte permische Gattungen, ihre nächsten lebenden Verwandten unter den Balanophoreen und Rafflesiaceen finden, deren Angehörige ebenfalls heute durchweg Schmarotzerpflanzen sind. Sie besaßen kugliche Blüthenstände mit sehr einfachen, von kopfförmig gehäuften Brakteen bedeckten männlichen und weiblichen Blüthen und wurden früher zum Theil für Echinodermen gehalten. Die Blüthen ihrer Verwandten sind auch heute noch sehr einfach gebaut. Und ohne Zweifel gab es ehemals sehr viele solcher Uebergangsglieder von den Kryptogamen zu den Archispermen und von diesen zu den Metaspermen, aber ihre versteinerten

Reste — selbst wenn solche erhalten sind — lassen davon immer nur wenig erkennen.

Deutlichere Winke als diese zum größten Theil vermoderten Pfahlreste der alten Brücken liefern an den beiderseitigen Ufern erhalten gebliebene Pfeiler. Wir haben schon von den Gnetaceen und mehreren andern Familien in diesem Sinne gesprochen. Unter den farnartigen Gewächsen auf der einen Seite giebt es höhere, den Ursamen-Pflanzen nahestehende Formen, welche fast schon die Tracht ihrer nähern Verwandten abgelegt und dafür die der samentragenden Kräuter angenommen haben, wie z. B. die Aehrenfarne (Ophioglosseen), die grasartigen Isoëtaceen und die Pilularien mit den Wurzelfarnen (Rhizocarpeen) überhaupt.

Fig. 244.
Neolacis fucoides Weddel. Eine Podostemee mit algenartigem Habitus.

Auf der andern Seite giebt es unter den blühenden Pflanzen einige Familien mit noch unentwickeltem Laube und so einfachen Blüthen, daß man wohl ein Recht hat, sie als primitive Formen anzusehen. Ich habe schon vor vielen Jahren in dieser Richtung auf unsere Wasserlinsen und ihre Verwandten, sowie auf die Podostemeen aufmerksam gemacht, die sich in der Tracht kaum von höhern Algen unterscheiden. Die Angehörigen der letztern Pflanzenfamilie sind kleine Wasserpflanzen, die ohne echte Wurzeln zu besitzen, auf Steinen und Felsen tropischer Flüsse und Flußmündungen festhaften. Das Laub ist bei einigen Arten dichotomisch getheilt, wie bei zahlreichen Algen und ohne Spur echter Blattbildung (Fig. 244), bei andern sind kleine laubmoosartige Blätter vorhanden, die am Fuße der Blüthenstengel aus einem ulvenartigen Thallus hervorsprossen, so daß es aussieht, als ob aus algen- oder lebermoosartigem Vorkeim ein Laubmoos hervorgesproßt wäre, welches echte Phanerogamen-Blüthen, wenn auch von vorläufig sehr einfacher Bildung trüge (Fig. 245). Dabei ist das junge Laub und der Blüthenstand vor seiner Entwickelung zuweilen, wie bei den Farnen, schneckenartig eingerollt. O. Kuntze glaubt, daß sich diese Pflanzen unschwer den Algen mit unbeweg-

lichem Pollen (Florideen S. 139) anschließen lassen würden, und daß eine Abstammungslinie direkt von ihnen und ohne Vermittlung der Gefäßkryptogamen durch die Podostemeen zu den höhern Blüthenpflanzen geführt haben möchte. Jedenfalls würde man aber die Podostemeen als in den Blüthentheilen schon sehr fortgeschrittene Abkömmlinge solcher Zwischenglieder betrachten müssen, und es ist wohl richtiger, die Algenähnlichkeit des Laubes vielmehr als eine durch das Wasserleben hervorgerufene Anpassungsähnlichkeit zu betrachten, ähnlich wie im Meere lebende Säugethiere mehr oder weniger zur Fischgestalt zurückgekehrt sind.

Fig. 245.
Terniola pedunculosa Tulasne.

Wenn wir nun auch die höhern Pflanzen, die man als eigentliche Samenpflanzen (Metaspermae) bezeichnet, den Urfamenpflanzen als eine in der Fruchtbildung wesentlich fortgeschrittene, einheitliche Gesammtgruppe gegenüberstellen, so müssen wir in ihnen doch wenigstens zwei Hauptstämme und Entwicklungsrichtungen auseinanderhalten, die sich seit dem ältesten Auftreten bemerklich machten, und unverwischt erhalten haben, so daß man annehmen muß, sie verdankten den ganz verschiedenen Habitus und Bau ihrer Angehörigen einem von Anbeginn verschiedenen Blute und einer altererbten Stammverschiedenheit. Grade wie wir in unserer so sehr gemischten bürgerlichen Gesellschaft auf den ersten Blick den Indogermanen von dem Semiten unterscheiden und nur in den seltensten Fällen über die Abstammung in Zweifel bleiben, so unterscheidet der nur einigermaßen in die Pflanzenkunde Eingeweihte auf Feld und Wiese sofort die Pflanzen des einen Stammes von denen des andern, so verschieden auch sonst ihre Entwicklungsstufe sein mag. Man trennt sie nach ihrer Keimungsart in solche, die mit einem, meist scheidenartig die Spitze des Sprosses umhüllenden Blatte hervorkeimen (Einblattkeimer oder Monokotylen) und solche, die mit zwei gegenüberstehenden Blättern keimen, wie die jungen Erbsen und Bohnen, (Zweiblattkeimer oder Dikotylen). Die ersteren zeichnen sich, ganz im Allgemeinen betrachtet, durch scheidenförmig den Stamm einhüllende, parallelnervige, ganzrandige, vorwaltend langgestreckte Blätter aus und tragen Blüthen, in denen die Dreizahl vorherrscht, so daß meist drei oder sechs Staubgefäße, ein aus drei Blättern zusammengewachsener Fruchtknoten, drei bis sechs Narben und eine drei- oder sechstheilige Blüthenhülle vorhanden sind. Die Dikotylen oder Zweiblattkeimer haben dagegen vorwiegend netzadrige, am Rande gesägte oder mannigfach eingeschnittene Blätter, und Blüthen, in deren Theilen die Fünfzahl (seltener die Vierzahl) vorherrscht. Auch in der Holz- und Stammbildung unterscheiden sich die beiden Abtheilungen wesentlich, indem die ersteren weder die bekannten Holzringe noch die Markstrahlen unserer Laubhölzer

zeigen, auch wenn sie in den Tropen zu baumartigen Formen erwachsen. Im letzteren Falle neigt ihr Stamm, z. B. bei den Palmen, ebenso wenig zu einem starken Dickenwachsthum wie zur Veräſtelung; die meiſten monokotyliſchen Bäume tragen die Blätterkrone auf unveräſteltem Säulenſchaft, während es nur einzelne unveräſtelte Dikotylen-Bäume giebt.

Es mag wohl auf den erſten Blick wunderbar erſcheinen, daß die beiden Hauptabtheilungen der Samen-Pflanzen nach der Art des Keimens, oder nach der ein- oder zweiblättrigen Beſchaffenheit der jungen, im Samen angelegten Pflanze charakteriſirt werden. Allein man muß ſich erinnern, daß die Klaſſen der höchſten Thiere ebenfalls hauptſächlich nach den Verhältniſſen des Embryos umgrenzt werden, und daß es ſich hier um durch Abſtammung eingeprägte Verſchiedenheiten handelt, die ſich im Embryo am getreueſten und in allgemeinſter Form wiederholen. Der Ahne der Monokotylen war demnach wahrſcheinlich ein einblättriges Gewächs, wie ſie unter den höheren Farnen vorkommen, der Ahne der Dikotylen jedenfalls keine Coniferе, denn dieſe haben einen vielblättrigen Keimling, nach dem ſie auch Polykotylen genannt werden, vielleicht eine Gnetacee: iſt doch die Welwitschia geſtaltlich ihr ganzes Leben hindurch nichts anderes als ein in's Rieſenhafte vergrößerter Dikotylen-Embryo. Auf der Thatſache fußend, daß dem Waſſerleben angepaßte Gewächſe, auch wenn ſie echte Dikotylen ſind, ſich im anatomiſchen Bau, wie in Ausbildung paralleler Blattnerven einigermaßen dem Monokotylen-Habitus annähern, hat man ſchließen wollen, der Urahn der letzteren ſei eine Waſſerpflanze geweſen, und könnte dann leicht die grasblättrigen Waſſerfarne und Waſſerbärlappe (Iſoëtes) zur Stütze dieſer Anſicht anrufen; dies würde zugleich die Erklärung geben, warum ſich nur zwei große Hauptgruppen unter den Blüthenpflanzen unterſcheiden laſſen, da dieſe beiden Gegenſätze des mütterlichen Bodens die einzigen einſchneidenden ſind, die ſich denken laſſen. Und wie Urlandpflanzen (wenn ich die Dikotylen einmal ſo nennen darf) bei der Anpaſſung ans Waſſerleben häufig parallelnervig werden, ſo könnten ſich die vereinzelten Fälle netzadriger „Urwaſſerpflanzen" dadurch erklären, daß die betreffenden ihr geſtaltendes Element ſchon zu lange ohne Rückkehr verlaſſen hätten. Das ſind aber nichts als bloße Vermuthungen. Da die Einblattkeimer in der Geſchichte der Erde etwas früher hervortreten, als die Zweiblattkeimer, letztere aber ihren Stamm reicher und weiter entwickelt haben, ſo hat man häufig die erſteren für eine niedrigere Stufe der Pflanzenwelt angeſehen, aus welcher die zweite hervorgegangen ſei. Dieſe Auffaſſung iſt aber durchaus unannehmbar, in beiden Abtheilungen prägt ſich ein durchaus verſchiedener Grund-Typus, der durch eine eigenartige Protoplasmamiſchung bedingt ſein muß, aus. Die älteſten ſicheren Einblattkeimer erſchienen bereits am Eingange der Sekundärzeit, während die Zweiblattkeimer ſich erſt gegen das Ende dieſer ungeheuren Epoche (in der Kreidezeit) in größerer Zahl bemerkbar machten.

Der nächſte Fortſchritt in beiden Abtheilungen der höheren Pflanzen iſt

durch die Vollendung der Blüthe bezeichnet, an die überhaupt alle spätere Umbildung anknüpft. Die Zapfen, Kätzchen und Blüthenkolben der ersten bedecktsamigen Pflanzen enthalten gewissermaßen erst die Anfänge und Elemente dessen, was wir gewöhnlich unter einer Blüthe verstehen. Diese Elemente, nämlich der die weiblichen Anlagen unter einem Schutzdache und oft in getrennten Kammern bergende Fruchtknoten und die bis dahin gesonderte Staaten bildenden Staubfäden erscheinen künftig zu einer Zwitterblüthe vereinigt, in welcher das Frauenhaus fortan unabänderlich den Ehrenplatz der Mitte einnimmt, während die ihm huldigenden Männchen stets zur Seite stehen und wenn ihrer Mehrere vorhanden sind, einen Kreis um jenes schließen. Im Vergleiche zu den Thieren erscheint das allerdings wie ein Rückschritt, denn bei diesen vertheilen sich, dem Gesetze der Arbeitstheilung entsprechend, bei den meisten höherstehenden Formen die Geschlechter auf verschiedene Personen. Es braucht freilich, was für das freibewegliche Thier gilt, nicht im gleichen Maße für die gefesselte Pflanze zu gelten, allein auch hier herrschen bedeutsame Aehnlichkeiten. Die Selbstbefruchtung scheint sich nämlich im Pflanzenreiche, nachdem es dem leichter vermittelnden Elemente des Wassers entwachsen war, zuerst nur als Nothbehelf eingeführt zu haben, denn seitdem sich in der Insektenwelt zahlreiche Vermittler dem Befruchtungsgeschäfte der Pflanzenwelt gewidmet haben, tritt die Natur von dem Versuche der Selbstbestäubung, wie von einem Irrthume in der heutigen Pflanzenwelt mehr und mehr zurück.

Die einfachste Blüthe in ihrer fortan allgemein geltenden Gestalt, wie sie Göthe auf einer sogenannten Urpflanze suchte, würde aus der hüllenlosen Umstellung einer einfachen weiblichen Anlage mit Staubfäden bestehen. Blüthen in dieser ureinfachsten Gestalt sind selten, denn der in der Natur vor Allem mächtige Kampf um die Erhaltung der Art schuf wohl bald eine einfache Hülle zum Schutz der Fortpflanzungswerkzeuge. Diese Hülle hat in der Regel so viel Theile oder Zipfel, wie Staubfäden in der Blüthe vorhanden sind, und bedeckt vor dem Aufblühen sämmtliche Theile auf das vollkommenste. Sie ist daher drei- oder sechstheilig bei den Einblattkeimern, fünf- (vier-) oder zehn- (acht-) theilig bei den Zweiblattkeimern. Diese einfache Hülle war anfangs häufig ein unscheinbarer, graugrüner Regenmantel, unter welchem die Blume noch kein farbenstrahlendes Hochzeitskleid trug; die ältesten Zwitterblüthen hatten wohl einen Kelch, aber keine Blumenblätter, und man nennt sie deshalb Blumenblattlose (Apetalae). Im Uebrigen wenden einige Autoren diese Bezeichnung nur für die jeder Blumenhülle entbehrenden Kätzchenbäume (Amentaceen) an, bei denen die Blüthen meist getrennten Geschlechtes sind, während sie die mit einer einfachen Blumenhülle versehenen, meist zwitterblüthigen Pflanzen als Perigoniaten unterscheiden. Doch gehen beide Klassen in einander über. Auch hier bestätigen die fossilen Funde vollkommen das Gesetz der allmäligen Entwicklung höherer Vollkommenheiten; in

beiden Abtheilungen sehen wir zunächst Pflanzen mit solchen einfacheren, unscheinbareren Blüthen auftreten, ehe die farbenprächtigeren Blumen erscheinen, mit denen wir so gern unsere Wohnungen und unser Aeußeres schmücken.

Die Einblattkeimer haben es meistens nicht über diese einfache Blüthen-Hülle hinausgebracht, aber da die Blüthe das höchste Ziel der persönlichen Entwicklung in der Pflanzenwelt darstellt, da es zur Herausbildung einer höhern geistigen Energie, welche die Triebe der Fortpflanzung unterordnen könnte, bei ihnen nicht kommen kann, so läuft alle weitere Vervollkommnung dahinaus, dieses Hochzeitshaus zu schmücken und es in jeder Beziehung zu einer anziehenden Erscheinung zu machen. Ich sage anziehend, denn das treibende Element dieser Richtung, was zur Entwicklung auffallender Gestaltung und lebhafterer Färbung in den Blüthen drängte, war, wie wir sogleich genauer sehen werden, die Nützlichkeit des Insektenbesuches, durch welchen schönere Blüthen vor andren ausgezeichnet wurden. So entstanden unter den Einblattkeim-Pflanzen die Lilien, Tulpen, Hyacinthen und Crocus mit großer, lebhaft gefärbter, einfacher Hülle. Sie gehören eigentlich zu den blumenblattlosen Pflanzen (Apetalen), und ihre Vorfahren erschienen gleichzeitig oder sogar noch etwas früher als die meist unscheinbaren „Blumenlosen" der Zweiblattkeimer in den Gefilden der Natur, allein die Botaniker, auf die etwas von der „Liebenswürdigkeit" ihrer Wissenschaft übergegangen ist, hielten es für unhöflich, diese Zierden der Wälder und Auen als blumenlos zu bezeichnen und sprechen deshalb hier von einer Hülle, die zugleich Kelch und Blume vorstellt — wie sie denn oft außen grün und innen farbig erscheint — und nennen sie einfach Blumenhülle (Perigon). Die Einblattkeimer sind nur in wenigen Fällen über diese einfache Hülle hinausgekommen, und dürfen insofern der andern viel formenreicheren Abtheilung gegenüber als ein frühvollendeter, seitdem wenig fortgeschrittener Zweig am Baum des Lebens betrachtet werden.

Man kann an das Verharren dieser Pflanzen auf niederer Stufe eine Vermuthung knüpfen in Bezug auf die klimatischen Verhältnisse der Vorwelt. Die Baumfarne, Palmenfarne und sämmtliche baumartigen Einblattkeimer, unter denen die Palmen und Pandanen die vornehmsten sind, erscheinen als jahreszeitlose Bäume, die kein dauerndes Sinken der Temperatur vertragen und keinen periodischen Laubwechsel haben. Daraufhin deutet die eigenthümliche Wachsthumart ihres Stammes, der sich nicht durch Jahresringe verdickt, sie sind mit einem Worte Kinder eines gleichmäßigen Klima's. Daß diese Pflanzen ehemals auch in unserem Norden gediehen, ersehen wir aus ihren begrabenen Resten. In der Tertiärperiode wuchsen in Mitteleuropa, wie es auf unserer Tertiärlandschaft (Tafel III) dargestellt ist, der Dattelpalme ähnliche Wedelpalmen, und Fächerpalmen mit anderthalb Meter langen Fächerblättern, (Fig. 246) wenn auch niedrigen Wuchses. Es gab eben damals einen so starken Temperaturwechsel, wie ihn unsre Jahreszeiten

bringen, noch nicht und die mittlere Jahreswärme war bedeutend höher. Ueber die wahrscheinlichen Ursachen der Temperatursenkung haben wir früher (S. 77) gesprochen. Die Monocotylen sind die Kinder eines gleichmäßigeren Klima's und darum fehlen den Ländern, in denen der Jahreszeitenwechsel sich in großen Temperaturunterschieden ausprägt, die baumartigen Formen derselben gänzlich. Auch die Nadelhölzer sind mit seltenen Ausnahmen, zu denen unsre Lärche gehört, ursprünglich jahreszeitlose Pflanzen, die ihre Nadeln in Perioden abwerfen, welche vom Erdumlauf um die Sonne wenig beeinflußt werden. Auch das Vorwiegen der immergrünen Dicotylen in der Tertiärperiode gehört zu dieser Gruppe auf einen Klimawechsel deutender Erscheinungen.

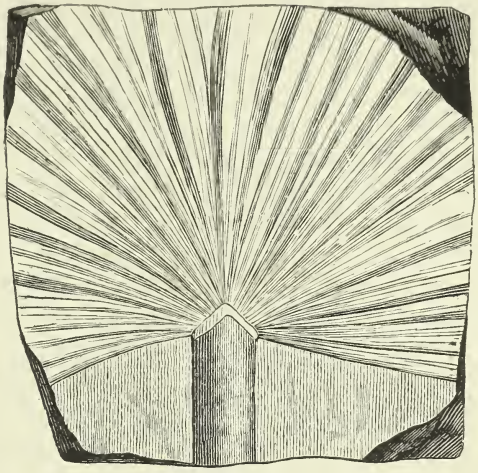


Fig. 246.
Flabellaria Lamanonis Brongn. Aus den eocänen Gypslagern von Aix.

Die ältesten Arten beider Abtheilungen der Blüthenpflanzen gehörten, wie schon oft erwähnt, zu denen, die wir ihrer unscheinbaren Blüthen wegen wohl als blumenlos bezeichnen, da man unter Blume eine auffallende und mehr oder weniger farbenprächtige Blüthe versteht. Zu ihnen gehören unter den Einblattkeimern die Binsen, Schilfarten, Gräser und selbst die stolzen Palmen, unter den Zweiblattkeimern die Nesselgewächse, Myricaceen, Kätzchenbäume u. A., welche man unter den Namen der Apetalen d. h. Blumenlosen zusammenfaßt. Dieselben haben mit ihren Vorgängern, den Nadelhölzern, Cycadeen und Gnetaceen, an die sie sich zum Theil nahe anschließen, den Zug gemein, daß die Pollenkörner vom Winde erfaßt und auf die Narben der Fruchtknoten geführt werden, die sich oft auf getrennten weiblichen Individuen befinden. Die bewegte Luft hatte also die Vermittler-Rolle übernommen, welche bei den niederen Pflanzen das bewegte Wasser spielt. Alle diese Pflanzen

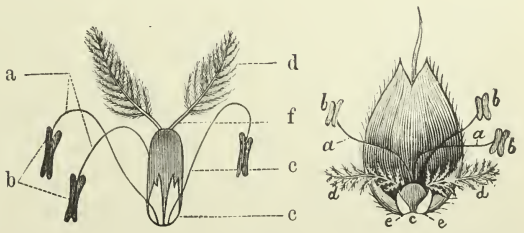


Fig. 247.
Blüthen des gemeinen Rispengrases (Poa) und der Trespe (Bromus), um die Eigenschaften der Windblüthen zu zeigen. a Staubfäden, b Staubbeutel. c Fruchtknoten. d Narben. f Griffel.

haben deshalb gewisse Eigenschaften, an denen man sofort den Windblüthler erkennt. Ihre Blüthen sind weder auffallend, noch bieten sie schöne Farben und Gerüche dar; denn die Natur schmückt und parfümirt sich nicht umsonst — für den Wind! Wie man an vielen unsrer Laubbäume sieht, hängen die männlichen Blüthenstände gern troddelförmig an dünnen Fäden aus dem Laubwerk heraus, um, von jedem Windstoß erfaßt, ihren Pollen von ihm wegführen zu lassen, man nennt sie gewöhnlich Kätzchen. Bei andern, zwittrigen Windblüthen, wie bei unsern Gräsern und Getreidearten (Fig. 247) hängen wenigstens die Staubbeutel an langen, dünnen Fäden weit aus den Aehren heraus, um sich dem Winde darzubieten. Die Narben der weiblichen Blüthen dagegen, welche die vom Winde fortgeführten Pollenkörner auffangen müssen, sind dementsprechend federförmig ausgebreitet, oder mit Fransen und klebriger Flüssigkeit versehen.

Diese blumenlosen Pflanzen oder Apetalen sind in einer Zeit, wo sie noch keine Conkurrenz mit blumentragenden Pflanzen zu bestehen hatten, wahrscheinlich in einer großen Ueberzahl vorhanden gewesen. In den sogenannten Kreideschichten Dacota's, die sogar wahrscheinlich zur Tertiärzeit zählen, beträgt ihre Zahl noch über sechszig Procent der gefundenen Dicotylen. Eichen, Birken, Erlen, Platanen, Ulmen und ähnliche Gewächse entwickelten damals einen großen Formenreichthum. Die Myricaceen, welche sich heute in Europa auf eine einzige Art beschränken, waren damals zahlreich und die zu ihnen gehörigen farnblättrigen Comptonien, von denen überhaupt nur noch eine in Amerika lebende Art übrig ist, zählten ehemals in Europa allein nach Dutzenden von Arten. Indessen können wir uns ihre Verminderung sehr wohl erklären. Da nur wenige Pollenkörner des vom Winde nach allen Richtungen verwehten Staubes eine weibliche Narbe erreichen werden, so ist eine ungeheure Materialverschwendung nöthig, um den Befruchtungszweck einigermaßen zu erreichen, und der Boden der Nadelholzwaldungen liegt während der Blüthezeit dick bestreut mit dem nutzlos vergeudeten Material, dessen Bildung sicher bedeutende Kräfte verschlingt. Weibliche Bäume, die fern von den männlichen aufgekeimt waren, liefen Gefahr, unfruchtbar zu bleiben, wie man dies häufig bei künstlich angepflanzten Palmen sieht, die der menschlichen Nachhilfe einer künstlichen Befruchtung bedürfen, wenn sie reichlich Frucht tragen sollen. Aus diesen Gründen mußten auch unter den Windblüthlern die Zwitterblüthigen, welche sich nöthigenfalls mit dem eigenen Staube befruchten können, wie z. B. die Gräser, die Oberhand gewinnen.

Indessen wurde dies bald anders, als sich in den Insekten Thiere fanden, welche die Uebertragung des fremden Blumenstaubes auf die Narbe als Dank für dargebotene Nahrung übernahmen, indem sich die theils klebrigen, theils mit rauher Oberfläche versehenen Pollenkörner an ihren Körper hafteten und so mit größter Materialersparniß von ihnen, von Blüthe zu Blüthe getragen wurden. Wie wir früher gesehen haben, waren die ältesten, im

blumenlosen Farnwalde lebenden Insekten lediglich auf die Zermalmung des harten Laubes und Holzes angewiesen, und hatten eine dementsprechende Kieferausrüstung erhalten. Indem sich aber die Pflanzen vermehrten, welche im Blumenstaube eine weichere und kräftige Nahrung erzeugten, lockten sie verschiedene Insekten an, welche den Wind mit seinen ungeheuern Materialansprüchen entbehrlich machten. Einige Arten, in deren Blüthen eine bis zur Befruchtung anhaltende Honigabsonderung eintrat, lockten noch zahlreichere Besucherkreise an, und hatten dadurch die größten Chancen, sich stark zu vermehren, während sie ihrerseits die früher geschilderte Umbildung der Insekten mit kauenden Mundtheilen in solche mit saugenden veranlaßten. Wir sehen in den Weiden eine offenbar früher windblüthige Gattung, die sich der Insektenanlockung anzubequemen begonnen hat.

Da nun eine erfolgreiche Vermittler-Thätigkeit der Insekten nur durch gesteigerte Wahrnehmbarkeit der honigliefernden Pflanzen gefördert werden konnte, so hat sich durch natürliche Züchtung (weil nur die auffallenden Blumenabänderungen befruchtet wurden), einerseits bei den Blüthen die Eigenschaft ausgebildet, sich schon aus der Ferne durch lebhafte Farben oder starke Gerüche bemerkbar zu machen, auf der Seite der Insekten dagegen das Vermögen, diese Farben und Gerüche zu würdigen und zu unterscheiden. Da auch die Größe der Blumen zu ihrer Anziehungskraft beiträgt und alle diese Eigenschaften durch Vernachlässigung solcher Blumen, die dergleichen nicht darboten, seitens der Insekten buchstäblich gezüchtet werden mußten, so müssen wir die Insekten als die wahren Blumenzüchter der Vorzeit betrachten, sofern sie vorwiegend die schönblühenden oder duftenden Pflanzen befruchteten.

Natürlich muß das Vermögen, bunte Farben und Düfte zu erzeugen, schon vorher in den Pflanzen gelegen haben. Auch die windblüthigen Pflanzen erzeugen zum Theil farbige Blüthen, wie die purpurnen Narben des Haselnußstrauches und die rothen Rispen der Ampferarten, welche ganze Felder roth färben, bezeugen. Die grüne Farbe des gesammten Pflanzenkörpers hängt auf's Nächste mit der in allen Oberflächentheilen stattfindenden Kohlensäure-Aufnahme und Desoxydation im Lichte zusammen, und zwar wie die neueren Untersuchungen von Pringsheim zu zeigen scheinen, indem der grüne Farbstoff als ein grüner Schirm dient, um die allzu heftige Wirkung des Sonnenlichtes zu mildern. Pflanzen, die schon verarbeitete Nahrung aus andern Pflanzen oder Humusstoffen aufnehmen, und in deren Zellen nur Athmung oder Oxydation stattfindet, sind daher nicht grün, sondern buntfarbig. In den Pilzen, Orobanchen, Lathräaceen, Cytineen, gewissen Orchideen und andern Schmarotzerpflanzen, sind daher alle Theile elfenbeinweiß, gelb, lila, blau, zinnober- oder purpurroth gefärbt, und es ist wahrscheinlich das Vorherrschen der Oxydationsprocesse in solchen Pflanzen, welches diese Färbungen erzeugt. Darum sehen wir auch die Blätter im Herbste, wenn die mit Des-

oxydation verbundene Nahrungsaufnahme aufhört, sich bunt färben und eben darum sind diejenigen Theile der Pflanzen, die nur an der Athmung, nicht aber an der Nahrungsaufnahme theilnehmen, wie Knospenschuppen, Nebenblätter, Blüthen und Früchte häufig lebhaft gefärbt. Aber diese Farben sind offenbar durch Einwirkung des Insektenbesuches gesteigert worden, denn im Allgemeinen zeigen nur Insektenblumen prachtvolle Farben, und die Windblüthler, die sich mit dem durch keine Farben und Düfte anzulockenden Winde als Befruchtungsvermittler begnügen, sind heut ebenso arm an Farben und Gerüchen wie ehemals.

Bei einigen niedrigstehenden Blumenpflanzen, bei denen die Blüthen an sich unscheinbar geblieben sind, wird das Anlockungsgeschäft durch die lebhaft gefärbten Hüllblätter oder Brakteen verrichtet, welche einen ganzen Blüthenstand oder die einzelnen blumenlosen Blüthen desselben einschließen. Hierher gehören die bunten und weithin leuchtenden Brakteen der Proteaceen, einer sehr alten Dicotylen-Familie, deren Angehörige wahrscheinlich mit den Aroideen unter den Monocotylen zu den ältesten Insektenblüthlern gehören. Die Aroideen, welche dem Leser wenigstens in der Gestalt einer sehr verbreiteten Fensterblume, der Calla äthiopica allgemein bekannt sein dürften, locken durch die milchweiße, gelbe, zinnoberrothe und bei andern Arten faulem Fleische ähnlich, trübroth gefärbte und aasduftende Sammelfahne eine Menge Fliegen in den untern Hohlbauch der geschlossenen Scheide. Abwärts gerichtete Härchen (s Fig. 248), die an der engsten Stelle der Düte stehen und verkümmerte Blüthen sind, lassen sie wohl hinein, aber nicht so leicht wieder heraus; ein von uns bei Fischreusen und Mäusefallen nachgeahmtes Prinzip ist hier ausgebildet worden, und die Fliegen, obwohl sie wahrscheinlich mit Blumenstaub bedeckt, aus einer ähnlichen Kesselfalle kommen, sind dumm genug, von neuem hineinzuspazieren. An dem untern Theile des Blüthenkolbens sitzen männliche Blüthen (a) und darunter weibliche (g), und nichts wäre einfacher, als daß der Blumenstaub der ersteren direkt auf die letzteren fiele und sie befruchtete. Aber wie wir das bei den Insektenblüthen ziemlich allgemein finden werden, wird dies dadurch verhindert, daß die männlichen und weiblichen Organe sich zu verschiedenen Zeiten entwickeln, und zwar entwickeln sich hier zuerst die weiblichen Blüthen und werden von dem durch die Fliegen aus andern Blüthen mitgebrachten Blumenstaube befruchtet. Hierauf sterben die Narben ab, die Antheren brechen auf und

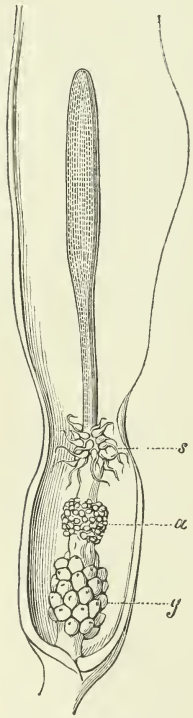


Fig. 248.
Blüthenstand von Arum maculatum.

bestäuben die inzwischen durch die Ausschwitzungen ernährten Insekten über und über. Gleichzeitig schrumpfen die Haare am Eingange ein, und die kleinen Gefangenen erhalten ihre Freiheit, um mit dem Blumenstaub bedeckt, einer eben entwickelten neuen Blüthe derselben Art zuzueilen. Die Aroideen haben außer eigenthümlichen Farben und Gerüchen, Pollen-Nahrung und süßen Aussonderungen noch ein andres Anziehungsmittel ausgebildet, welches für manche Thiere sehr lockend sein mag. In Folge eines lebhaften Stoffwechsels erwärmt sich der meist keulenförmige Kolben, welcher die Blüthen trägt, bei manchen Arten sehr beträchtlich, und heizt den geschlossenen Innenraum der Blüthe wie ein Ofen, so daß man bei einigen Arten z. B. dem italienischen Aronstab, eine Temperatur gemessen hat, welche diejenige der Luft um 20—25° C. übertraf. Da diese Pflanzen meist im Frühjahr, wenn die Nächte noch kühl sind, blühen, so mag dieser warme Raum an sich Fliegen und kleine Schnecken anlocken, die in den geheizten Blumen die Nächte zubringen und den Blumenstaub der einen zur andern tragen. Viele Arten derselben sind ausdrücklich als Schneckenblumen enträthselt worden, sofern ihr ganzer Bau darauf hinweist, daß Schnecken, welche über den Blüthenkolben hinkriechen, an ihrem feuchten Körper den Blumenstaub mitnehmen. Mit der Gefräßigkeit dieser Thiere hängt es wahrscheinlich ferner zusammen, daß viele Aroideen in Stamm und Blättern einen äußerst ätzenden Stoff entwickeln, der diese in Sümpfen und feuchten Wäldern wachsenden saftigen Pflanzen davor schützt, von ihren Besuchern aufgefressen zu werden.

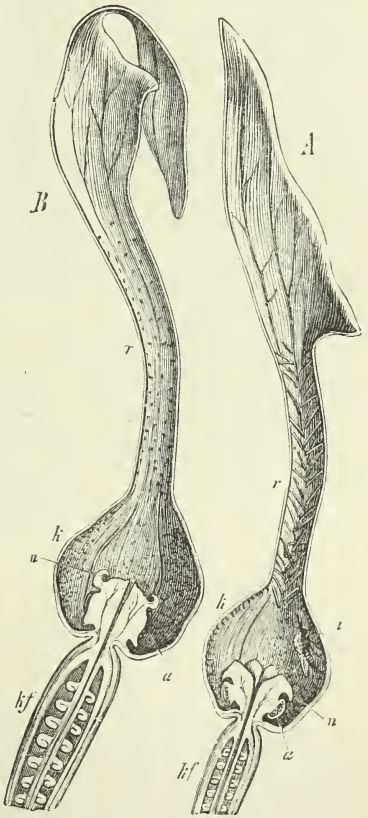


Fig. 249.
Aristolochia Clematitis. A Blüthen-Querschnitt vor der Befruchtung. B Nach der Befruchtung. kf Fruchtknoten.

In ähnlicher Weise findet die Befruchtung der vielfach ebenso mißfarbigen, übelduftenden und blumenblattlosen Blüthen der Aristolochien statt, die wir ihrer schnellwachsenden Kletterranken und großen Blätter wegen gern an schattigen Lauben ziehen. Auch diese Blüthen sind proterogynisch d. h. die Narbe (Fig. 249 n) öffnet sich vor den Staubgefäßen (a), und wird durch den von kleinen Fliegen (i) mitgebrachten Blumenstaub befruchtet, die hernach durch ähnliche, rückwärts gestellte Haare (r) so lange im Kessel gefangen ge-

halten werden, bis die Haare vertrocknen und sie staubbeladen von dannen ziehen können. Es ist merkwürdig, daß diese farbigen, an den Rändern verwachsenden Hüllen und farbig gewordenen Kelche, welche durch Fliegen und ähnliche, nicht zu den eigentlichen Blumen-Insekten gehörigen Thiere gezüchtet wurden, die größten Blüthen darstellen, die man kennt, obwohl sie zum Theil nur Blumen nachahmen und eigentlich Blüthenstände sind. Eine neuerdings von Beccari auf Sumatra entdeckte Aroidee (Conophallus Titanum) treibt eine Blüthenkeule von anderthalb Meter Höhe und der sie umgebende farbige Kelch hat ca. 80 cm Durchmesser; die bisher für die größten Blüthen gehaltenen Rafflesia-Arten der ostindischen Inseln gehören ebenfalls hierher, und die riesigen Blüthenhüllen einer amerikanischen Aristolochia-Art (A. cordata) werden von der dortigen Jugend als Mützen über den Kopf gezogen. Diese grotesken Ueberreste der ältesten Blumen-Epoche mit ihren titanischen Gestalten und bäurischen Farben scheinen anzudeuten, daß die älteren Insekten (Fliegen und Käfer) kräftiger Anlockungsmittel bedurften, und nicht entfernt den Geschmack der eigentlichen Blumen-Insekten entwickelt haben, die erst später kamen. Jedenfalls können diese trübfarbigen Fliegenblüthen kaum zu der Kategorie gerechnet werden, welche die deutsche Sprache auszeichnend Blumen nennt.

Bei diesen Blumen im engern Sinne, die wohl sämmtlich durch fremde Besucher gezüchtet wurden, auch wenn sie sich heute theilweis selbst befruchten, umgiebt die Nahrungs- und Honigquellen unmittelbar ein besondrer, neuer, farben- und duftreicher Kreis von Blumenblättern, die vielleicht aus verwandelten Staubgefäßen entstanden sind und die spezielle Aufgabe der Insekten-Anlockung übernehmen. Wir finden also ein Hervortreten immer neuer Blattkreise um die an der Spitze eines Zweiges entstehenden jungen Samen-Anlagen, welches diesen Fortbildungsgang begleitet; den ursprünglichen Kreis von Fruchtblättern, der ein Gewölbe über jene Anlagen bildet, umfängt zuerst ein Kreis in Staubfäden umgewandelter Blätter, dann eine einfache und endlich eine doppelte, in Krone und Kelch gesonderte Hülle (Fig. 250). In dem Schutz der jungen Nachkommenschaft und dem Schmucke des Hochzeitshauses spiegelt sich der allmälige Fortschritt am vollkommensten. Erst in der Tertiärzeit gewannen die Gewächse mit entwickelter Blumenkrone, deren freie Blätter mit den Kelchzipfeln abwechseln, die Oberhand, es erblüheten Tulpenbäume, Magnolien, Kamellien, Rosen, Myrten und Granaten. Wiese und Wald scheinen zu ihrem höchsten Putz gelangt. Das Auftreten dieser Blumengewächse hat etwas Plötzliches in den Archiven der Natur, so daß verschiedene

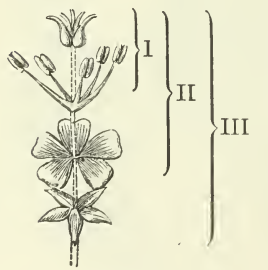


Fig. 250.
Die drei Perioden der Zwitterblüthe.

Naturforscher geglaubt haben, ihre Entwickelung habe sich an solchen Orten vorbereitet, wo sie keine Reste hinterlassen konnten, oder wo die Schichten nicht untersucht werden konnten, z. B. auf den Gebirgsgipfeln im intensiven Sonnenstrahl oder an den Polen, oder auf jetzt vom Meere bedeckten Continenten, allein die Thatsache erklärt sich wohl einfacher dadurch, daß der Blumenzüchtungsprozeß erst eine gewisse Beschleunigung und Intensität erhalten konnte, nachdem echte Blumeninsekten, d. h. Bienen und Schmetterlinge erschienen waren, was erst gegen Ende der Sekundärzeit geschehen ist. Von da ab mag aber eine gegenseitige Steigerung der Leistungen den Prozeß beschleunigt haben, und dadurch dem nachschauenden Beobachter das Auftreten der Blumen ziemlich plötzlich erscheinen lassen.

Man hat trotz der obenerwähnten geschlossenen Fallenblumen, die hauptsächlich kleinen Fliegen angepaßt sind, viele Gründe zu glauben, daß der ersten Periode der natürlichen Blumenzüchtung die Blumen mit offner, allen Besucherkreisen gleich zugänglicher Krone und freien, getrennten Blumenblättern entsprechen. Diese Blüthen sind oftmals sehr groß und farbenprächtig, um die Insekten weither zu locken, wie z. B. Tulpen, Magnolien, Päonien, Rosen, Mohn u. s. w. Solche Blumen müssen um ihren Aufwand in der Prachtentwicklnng jeder einzelnen Blume zu decken, da sie nicht sehr viele solcher großen Blumen erzeugen können, in jedem einzelnen Fruchtknoten sehr zahlreiche Samen reifen, man denke an den Samenreichthum der Mohnkapsel, der Tulpen, Wasserlilien u. s. w. Andererseits können kleine Blüthen, die nur je einen Samen erzeugen, dasselbe Ziel der Auffälligkeit erreichen, indem sie sich zu großen Massen in einen dichten Blüthenstand vereinigen; man erinnere sich der Schirmblumen (Umbelliferen), Kleearten, Scabiosen und der Compositen, in denen jede Blume nur je einen oder einige wenige Samen reift. Wir kommen darauf zurück.

Obwohl die enge Beziehung der Insekten zu der Befruchtung der Blumen schon früher einigen Beobachtern aufgefallen war, ist doch der Conrektor Sprengel in Spandau derjenige gewesen, welcher das Geheimniß der Natur bei der Befruchtung der Blumen zuerst genauer entschleierte. Der Umstand, daß der Honig in den Blüthen durch Härchen oder durch die Stellung der Blume vor jeder Auswaschung durch Regen geschützt und so den Insekten aufbewahrt wird, war ihm 1787 aufgefallen und hatte ihn zu der Ansicht geführt, daß in der Honig-Produktion „Absicht" liege. Bald darauf leitete ihn die Betrachtung des gelben Ringes, der so schön von der himmelblauen Farbe des Vergißmeinnicht absticht, zu der Erkenntniß, daß derartige Zeichnungen oder Saftmale den Insekten als Wegweiser zu der oft im Blumenkelche verborgenen Honigquelle dienen. In der Folge wies er an vielen Beispielen nach, daß viele Blumen, obwohl sie männliche und weibliche Organe in ihrem Kelche bergen, sich gar nicht selbst befruchten können, und er schloß daraus, daß Insekten und Blumen nicht nur im Allgemeinen für einander

geschaffen sein, sondern viele Insekten ganz speziell für gewisse Blumen, die sich also gegenseitig ergänzten.

Wenn aber Sprengel nur den gegenseitigen, unmittelbaren Nutzen erkannte, so hat Chr. Darwin durch zahlreiche, mit höchster Umsicht angestellte Versuche gezeigt, daß eben ein besondrer Vortheil für die Pflanzen darin lag, mit fremdem, von den Insekten herbeigebrachtem Pollen anderer Blumen ihrer Art befruchtet zu werden, und daß die dadurch erzeugten Samen in der Regel kräftiger ausfallen, als wenn die Blume sich mit dem eignen Pollen befruchten muß. Dieser Nutzen der Kreuzbefruchtung, der einer auch in der Thierzüchterei als nützlich erkannten Auffrischung des Blutes gleichkommt, erklärt nun, warum in vielen Blumen deutliche Vorkehrungen merklich werden,

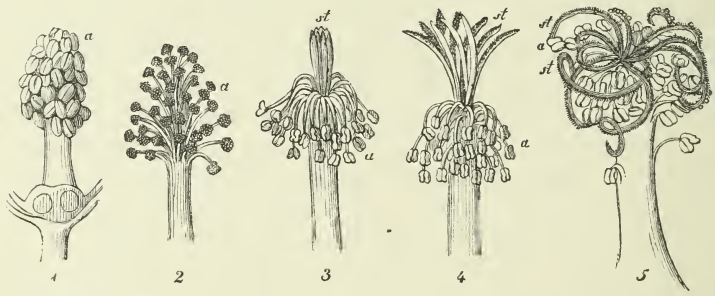


Fig. 251.
1—4 Befruchtungswerkzeuge von Malva sylvestris in den verschiedenen Entwicklungszuständen der Staubfäden und Narben. 5 Malva rotundifolia mit gleichzeitiger Entwicklung beider. a Staubgefäße. st Narben. Nach H. Müller.

die Selbstbefruchtung möglichst zu verhindern. So bemerkt man bei sehr vielen Blumen, daß der Pollen viel früher reif wird, als die Narben derselben Blüthe bereit wären, ihn zu empfangen, so daß der Pollen jüngerer Blüthen nur dazu dienen kann, durch Vermittlung der Insekten die Narben älterer Blüthen zu befruchten, während wir vorhin den umgekehrten Fall kennen lernten. Man nennt die männliche Frühreife Proterandrie und das dadurch geschaffene Verhältniß zweier sich gegenseitig befruchtender Blüthen Dichogamie.

Als Beispiel möge die Blüthe unserer wilden Malve (Malva sylvestris) dienen, deren Staubgefäße schon in der Knospe nahezu reif sind, während die Narben noch völlig geschlossen bleiben. Sie öffnen sich, verstäuben und verwelken, bevor die Narben sich entfalten (Fig. 251, 1—4). Diese Blume bedarf also nothwendig der Insekten, um fremden Pollen zur Befruchtung ihrer Narben zugetragen zu erhalten. Sie lockt daher durch große Blüthen und wohlbeschützten Honig zahlreiche Insekten an. Ganz anders ist das Verhältniß bei der sonst nahe verwandten, rundblätterigen Malve, deren Narbenäste sich gleichzeitig mit den Staubfäden entwickeln und zu ihnen herabbeugen,

um den Blumenstaub zu empfangen. (Fig. 251, s.) Sie bedarf der Insekten nicht und ist kleinblüthig.

Noch deutlicher ist dieses Verhältniß des Insektenbesuches zur Blumengröße bei verschiedenen unsrer einheimischen Storchschnabelarten erkennbar, wie dies

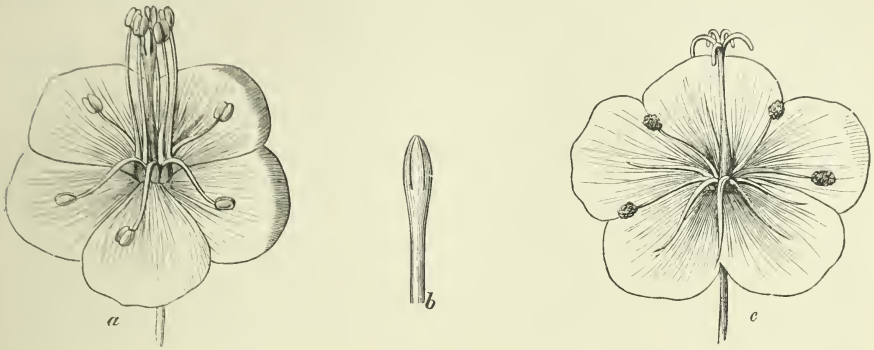


Fig. 252.
Geranium pratense. a Junge Blüthe im männlichen Stadium, mit geschlossener Narbe (b). c Die ältere Blüthe im weiblichen Stadium mit vertrockneten Staubbeuteln und ausgebreiteter Narbe.

H. Müller gezeigt hat, der sich überhaupt um die Aufklärung der hier waltenden Wechselbeziehungen die größten Verdienste erworben hat. Bei der großblüthigsten Art, dem Wiesenstorchschnabel ist die Blüthe (Fig. 252) ebenfalls in der ersten Periode männlich, die Narbe kann von den sie unmittelbar umringenden Staubgefäßen nicht befruchtet werden, weil ihre Zipfel dicht zusammenschließen (Fig. 252 b). Erst wenn die Staubgefäße vertrocknet sind, öffnen sich die Zipfel, bereit, den Staub anderer Blumen zugetragen zu bekommen (Fig. 252 c). H. Müller hat nun darauf aufmerksam gemacht, wie bei verschiedenen Storchschnabel-Arten Insektenbesuch und Blumengröße in demselben Verhältniß stehen (Fig. 253). Bei dem großblüthigen Geranium pratense ist, wie wir sahen, Selbstbefruchtung ganz unmöglich, sie hat daher die größten Blüthen und den stärksten Insektenbesuch. Die mittelgroße Blüthe von G. pyrenaicum (b) ist ebenfalls anfangs männlich, entwickelt aber die Narben noch zur rechten Zeit, um allenfalls von dem eigenen Staube befruchtet zu werden, sie lockt aber in der Regel genug Insekten an, um Selbstbestäubung vermeiden zu können. Bei der noch kleineren Blüthe von Geranium molle (c) wird dagegen die Selbstbestäubung häufig nöthig, weil sie zu wenig Insekten anzieht, und endlich bei der allerkleinblüthigsten Art, Geranium pusillum, bei welcher sich die Narben vor den Staubgefäßen entwickeln, bildet sie die Regel; die Blüthen werden

Fig. 253.
a G. pratense.
b G. pyrenaicum.
c G. molle.
d G. pusillum.

beinahe gar nicht von Insekten besucht. In ähnlicher Weise können wir uns vollkommne Züchtungsreihen großer Blumen denken; denn wie der Gärtner auf seinen Zuchtbeeten die großblüthigsten Varietäten allein zur Nachzucht auswählt, so bevorzugen die Insekten in einem solchen Maße großblumige und schönblühende Arten, daß sie dieselben in ganz ähnlicher Weise durch Vernachlässigung der minder schönen Blüthen züchten mußten.

Wenn man indessen bedenkt, daß die Insekten-Anlockung in der Erzeugung von Honig und großen Blüthen den Pflanzen auch gewisse Opfer auferlegt, so wird man sich nicht wundern dürfen, daß gewisse Pflanzen sich immer oder wenigstens zeitweise durch Selbstbefruchtung fortpflanzen, sie treiben dann sogenannte kleistogame Blüthen, die sich gar nicht öffnen, oder ohne Blumenblätter sind, wie man sie zuweilen bei verschiedenen Veilchenarten trifft. Auch das Feldstiefmütterchen (Viola tricolor) wechselt in der Erzeugung ganz kleiner, gelber, unscheinbarer, sich selbstbefruchtender Blüthen und großer Insektenblumen ab. Man hat auch geglaubt, die Größe und Farbenschönheit vieler Hochalpenblumen dadurch erklären zu können, daß dort nicht soviel Insekten vorhanden wären, als in der Ebene, so daß in diesen Regionen nur die größten und farbenprächtigsten Blumen Aussicht hätten, befruchtet zu werden und sich fortzupflanzen. Die Sache hängt aber, wie wir bald sehen werden, wahrscheinlich anders zusammen.

Wenn es ferner auch im Allgemeinen als Vortheil gelten muß, durch große und offne Blumenteller möglichst viele Honiggäste anzulocken, so hat das doch auch seine Schattenseiten. Es giebt darunter nämlich sehr viele unnütze Gäste, die von einer Blüthe ohne Wahl zur andern wandern, während doch jeder Blüthe nur das Mitbringen des Pollens der eigenen Art etwas nützen kann. Darum mußte sich eine Tendenz ausbilden, den Honig nur gewissen zuverlässigen Besucherkreisen zugänglich zu machen und diesen daher ausschließlich aufzubewahren, eine Tendenz, aus welcher die unregelmäßigen röhrenförmigen und gespornten Blüthen hervorgingen. Die Abtheilung der im Vorhergehenden besprochenen Blumen mit freien, offnen Blumenblättern (Dialypetalen) bilden daher eine dritte, über die Apetalen und Perigoniaten hinausgehende Blumenabtheilung, die aber nicht das letzte Ergebniß der Blumenzüchtung durch Insekten sein konnte. Von dem Zeitpunkte an, daß Insekten entstanden waren, die wie die Bienen und Schmetterlinge, ausschließlich von Blumennahrung lebten, einem Zeitpunkt, der erst kurz vor den Beginn der Tertiärzeit fiel, entstanden in gegenseitiger Steigerung: Blumen, deren Blätter zusammenwuchsen und ihren Honig im Grunde tiefer und mehr oder weniger enger Glocken, Trichter, Röhren und Sporne bargen und Insekten mit langen Rüsseln, die denselben allein erreichen konnten und erreichen sollten, während unnütze Gäste abgehalten wurden.

Es ist dies die Bedeutung der sogenannten verwachsenblättrigen Blumen (Sympetalen), die auch Saumblumen (Gamopetalen) oder

weniger gut einblätterige Blumen (Monopetalen) genannt werden, weil die einzelnen Blumenblätter zu einer einzigen Röhre, Glocke, Urne, trichterförmigen Vase, Rachen u. s. w. verwachsen sind, die meist soviel Saumzipfel zeigen, als Blumenblätter in der Anlage stecken. Darum ist der Saum der zu den Monocotylen gehörigen Sympetalen drei- oder sechslappig, derjenige der dikotylischen Sympetalen vier- bis fünfzipflich. Diese Saumblumen stellen, wenn auch meist weniger prächtig als die Dialypetalen, zu denen Rose, Tulpe, Camellie u. s. w. gehören, doch ein weiteres und jüngeres Züchtungsprodukt der Insekten dar. Unter den vorhin erwähnten hundert Pflanzen der sogenannten Kreide von Dakota gab es erst eine einzige Gamopetale, heute dürften sie an Zahl und Masse die Dialypetalen längst eingeholt haben. Dieser Sieg der Gamopetalen hat nichts Wunderbares, wenn man bedenkt, daß der Vortheil einer engen Anpassung wenig zahlreicher Besucher an einzelne Blumen ein gegenseitiger ist. Für die Blumen, sofern die besuchenden Insekten häufiger mit Pollen der eigenen Art bei ihnen einkehren, weil sie sich auf die Ausbeutung einer und derselben oder einiger wenigen, gleichzeitig blühenden Arten beschränken, für die Insekten, weil sie nicht so häufig bereits ausgebeutete Blumen antreffen werden, wenn sie sich in die Blumenwelt theilen, und jedes von ihnen nur bestimmte Blumen besucht.

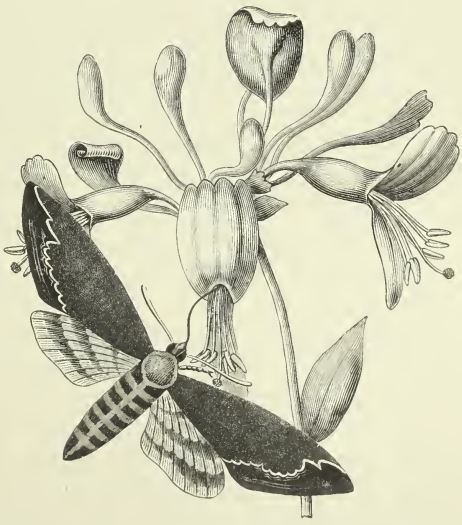


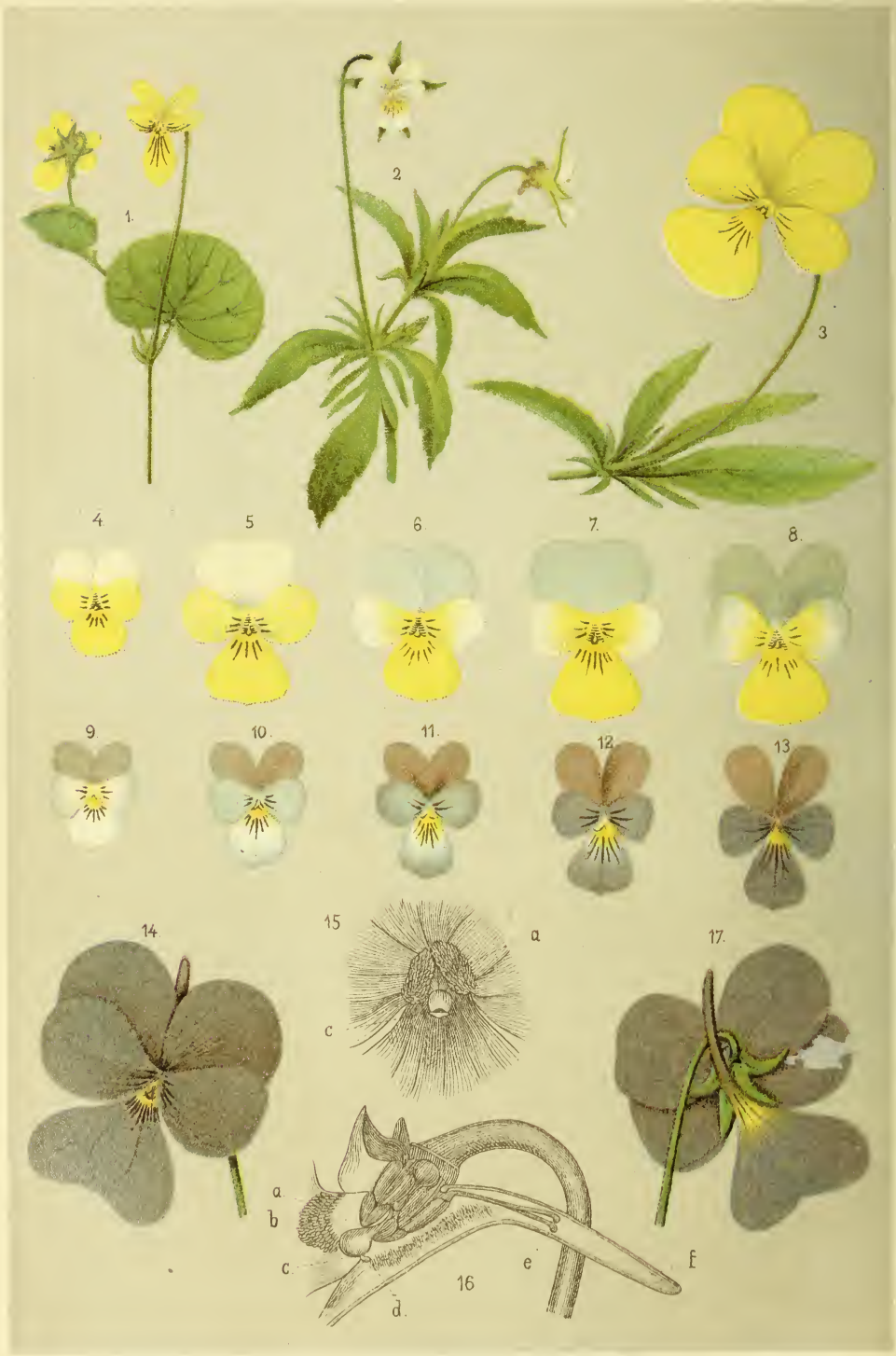
Fig. 254.
Jelängerjelieber (Caprifolium) vom Windig (Sphinx Convolvuli) befruchtet.

Geübte Beobachter, welche genau die resp. Rüssellängen der verschiedenen Bienen, Hummeln und Schmetterlinge kennen, vermögen den Saumblumen nach der Länge ihrer Röhren alsbald den Besucherkreis anzusehen. Während die Zweiflügler in der Regel nicht viel über 10 mm Rüssellänge hinauskommen, erreichen die langrüsslichsten Bienen und Hummeln über das Doppelte und von den Schmetterlingen werden sie noch weit übertroffen, der Rüssel des Windigs erreicht 60—80 mm Länge. Natürlich können auch nur solche langrüssliche Insekten Blüthen wie unsre Nelken oder Jelängerjelieber (Fig. 254), deren Honig tief verborgen liegt, gezüchtet haben. So hat Darwin aus dem Umstande, daß eine Orchidee von Madagaskar (Angraecum sesquipedale) einen 11 Zoll langen Honigbehälter (Sporn) besitzt, geschlossen, daß dort auch ein Schmetterling mit so langem

Rüssel, der diesen Honig erreichen kann, vorhanden sein müsse, und Forbes hat diese Vermuthung bestätigt. Auch in Südamerika hat Fritz Müller eine Macrosilia-Art gefangen, deren Rüssellänge 10—11 Zoll betrug. Man sieht hieraus, wie sehr bestimmte Blumen und Insekten zu einander gehören, denn ohne einen solchen Schmetterling könnte jene Orchidee niemals Frucht tragen.

Auch Farbe und Geruch der Blumen liefern im Zusammenhange mit der Blumenform betrachtet, mehr oder weniger deutliche Fingerzeige, welchen Besucherkreisen eine bestimmte Blumenart im Besondern angepaßt ist. Wir haben schon oben gesehen, daß Blumen, die von Fleischfliegen besucht werden, nicht nur Aasgeruch entwickeln, sondern auch trübe braunrothe oder grünliche Färbungen, wie von verwesendem Fleisch darbieten. Die kleineren weißen, grüngelben oder gelben Blumen, welche ihren Honig vor aller Welt offen, am Grunde ihrer weitgeöffneten, aus unverwachsenen Blumenblättern bestehenden Blumen darbieten, oder auch blos Blumenstaubnahrung anzubieten haben, werden meist von kleinen Fliegen, Blumenkäfern und sonstigen fliegenden Insekten ausgebeutet, welche nicht im Stande sind, tiefergeborgenen Honig zu erreichen. Die Blumen mit verwachsenblätteriger Krone dagegen, die ihren Honig am Grunde enger Röhren und Sporne geborgen haben, oder ihre Honigquellen unter allerlei Schutzdächern, Haar- und Reusenbildungen vor Insekten ohne längeren Rüssel schützen, die also meist nur von langrüßligen Fliegen, Blumenwespen, Bienen und Schmetterlingen besucht werden, sind vorwiegend blau, violett und rosa gefärbt, und Hermann Müller hat sich durch Versuche überführt, daß die Bienen thatsächlich rosa, blau und violett gefärbte Blumen bevorzugen, während die Wespen bestimmte braunrothe Blumen, wie manche Orchideen und die Braunwurz (Scrophularia) besuchen. Die schon durch ihr eigenes farbenbuntes Kleid ihre Farbenliebhaberei andeutenden Tagfalter lieben namentlich gewisse tiefgefärbte karminrothe oder azurblaue Blumen, wie manche Disteln, Nelken und Enziane.

Man kann daher auch ungekehrt häufig erkennen, wie manche Blumenfarben entstanden und von welchen Insektenarten sie gezüchtet worden sind. Besonders deutlich und lehrreich ist dieser Vorgang bei den verschiedenen Arten des Veilchengeschlechts (Viola) ausgeprägt. Bei den Veilchen trägt das untere unpaare Blumenblatt einen mehr oder weniger langen Sporn (Taf. XI. Fig. 16f), in welchen zwei Anhängsel der dem Sporn zugekehrten Staubfäden (e) Honig absondern. Dasjenige unserer Veilchen, welches den kürzesten Sporn aufweist, dessen Honig deshalb hauptsächlich von kleinen kurzrüssligen Fliegen ausgebeutet wird, ist das zweiblüthige Veilchen (Viola biflora, Taf. XI. 1) der Alpen. Wir sehen, daß es wie die meisten Fliegenblumen von gelber Farbe ist, und dieses Gelb oder ein gebliches Weiß, wie es unser von Insekten sehr wenig besuchtes kurzsporniges Acker-Stiefmütterchen (2) aufweist, scheint die Grundfarbe der Veilchen gewesen zu sein. Bei dem gelben Alpen-Stiefmütterchen (3—8) und



Gebrüder Borntraeger, Berlin. Paul Geißler Kunstwerkstatt, Berlin

Die Farben-Entwicklung der Veilchen.

dem bunten Feld-Stiefmütterchen (9—13) ist die Länge des Spornes im Vergleich zu den beiden erstgenannten Veilchen sehr vermehrt und diese Blumen werden daher vorzugsweise von Hummeln besucht und befruchtet. Damit im Zusammenhange treten bei diesen Arten an die Stelle des gelben Grundtons die Lieblingsfarben der Bienen, blaue und violette Färbungen, und zwar sind es bei dem Alpen-Stiefmütterchen in der Regel blos die beiden obersten Blätter, welche durch Farblosigkeit in Hellblau übergehen. Bei unserm bunten Feld-Stiefmütterchen, geht dann die Blaufärbung allmählig auch auf die mittleren und das unterste Blumenblatt über, und man findet alle möglichen Zwischenstufen dieser Veränderungen.

Hermann Müller hat nun die interessante Beobachtung gemacht, daß auch diejenigen Exemplare des Alpen-Stiefmütterchen (Viola tricolor alpestris) welche voll erwachsen, blaue Oberblätter haben (8), in der Knospe diese Farbe nicht zeigen, und daß die Färbung sich beim weiteren Aufblühen unter allmähliger Vergrößerung so entwickelt, wie es in den Figuren 4—8 dargestellt ist, die nach einer hier zum ersten Male veröffentlichten Farbenskizze des Genannten wiedergegeben wurden. Man sieht, wie das Gelb in den obern Blättern erst ausbleicht, und dann an die Stelle desselben eine immer dunkler werdende blaue Färbung tritt, worauf derselbe Prozeß bei den mittleren Blättern beginnt. Eine ähnliche Farben-Entwicklung kann man, wie ich im Anschluß an diese Beobachtung festgestellt habe, bei unserm gewöhnlichen dreifarbigen Stiefmütterchen beobachten, mit dem Unterschiede, daß hier selbst in der Knospe meist nur noch das unterste Blumenblatt gelb gefärbt ist, und diese Farbe häufig während die Oberblätter nachdunkeln, ebenfalls durch Weiß in Blau übergeht. Die Figuren 9—13 sind in der That nach verschiedenaltrigen Blumen eines und desselben Pflänzchens entworfen. Wir werden daher wohl unserem berühmten Blumenforscher unbedenklich zustimmen können, wenn er folgert, daß sich in dieser allmähligen Umwandlung des gelben in ein blaues Stiefmütterchen die ontogenetische Wiederholung des phylogenetischen Prozeßes, durch welchen die gelben Veilchen in Folge der Bienenbesuche in blaue umgezüchtet wurden, verfolgen läßt.

Einen noch weiteren Schritt in dieser Richtung stellen die sehr großblumigen und langspornigen, meist violett oder tiefblau gefärbten Veilchen des Hochgebirges dar, aus denen die Kunst des Gärtners die bunten Garten-Stiefmütterchen erzogen hat, und von denen wir in Figur 14—17 das langgespornte Veilchen (Viola calcarata) der deutschen und schweizerischen Alpen dargestellt sehen. Sein Honig ist, wie wir nach der Länge des Spornes beurtheilen können, nur noch sehr langrüssligen Schmetterlingen zugänglich, und Müller sah, wie das gemeine Karpfenschwänzchen in $6^3/_4$ Minuten 194 Blumen untersuchte, und ev. befruchtete. Dem kurzspornigen gelben Veilchen (1) gegenüber stellt diese Blume das andre Extrem, ein Endprodukt der Umzüchtung dar, aber daß sie aus einer, dem in Nr. 3 dargestellten gelben

Stiefmütterchen ähnlichen Art hervorgegangen ist, bestätigt sie häufig durch Rückschlag, indem sie mit gelben Blüthen vorkommt. Die Umzüchtung ist aber nicht nur in der Farbe, sondern auch in manchen andren Eigentümlichkeiten ausgeprägt. In Figur 15 und 16, die ebenfalls nach Figuren H. Müllers in seinen „Alpenblumen" kopirt sind, bemerken wir bei d eine kleine, von der Narbe (c) herabhängende, bewegliche Klappe, welche das großblumige Stiefmütterchen unsrer Felder ebenfalls besitzt, während sie dem kleinblüthigen (2) fehlt, obwohl dasselbe meist nur für eine Varietät des andern gehalten wird. Wenn nämlich das besuchende Insekt den Rüssel unterhalb der Narbe durch eine von zwei Seiten mit einem Haarstreifen eingefaßte Rinne einführt, so findet es die Narbe (c) offen und kann ihr den mitgebrachten Blumenstaub mittheilen. Zieht es dagegen den Rüssel aus der Haarrinne zurück, in welcher der eigne Blumenstaub sich ansammelt und dem Rüssel anhaftet, so drückt es die Klappe auf die Narbe, und so wird verhindert, daß der eigene Blumenstaub auf die Narbe gelangt. Das kleine weiße Feld-Stiefmütterchen, welches sich selbst befruchtet, entbehrt einer solchen Klappe, die ihm überflüssig wäre. Ebenso entbehrt das gelbe Stiefmütterchen des Bartes (a) am Blumeneingange, der den Bienen beim Stiefmütterchen und langgespornten Alpenveilchen als Anhalt dient, um sich beim Honigsaugen festzuklammern.

Wir haben dieses Beispiel mit größerer Ausführlichkeit gegeben, weil es deutlich zeigt, wie sich die blaue und violette Färbung Schritt um Schritt mit der Verlängerung des Spornes und Ausbildung andrer Eigenthümlichkeiten, die wir als Bienenzüchtungen betrachten müssen, eingestellt hat, so daß wir ihnen auch die Züchtung der Farbe zuschreiben dürfen. Die Enzian-Arten bieten eine vollständige Parallele. Auch hier giebt es gelbblühende Arten mit weitgeöffneten, allen Insektenarten zugänglichen Blüthen, dann folgen rothgesprenkelte, rothe und violette Arten, die immer mehr Besucherkreise mit Ausnahme von Bienen und Schmetterlingen ausschließen, bis zu den azurblauen, engröhrigen Alpen-Enzianen, die nur noch den langrüßlichsten Schmetterlingen zugänglich sind. Die Schmetterlinge, welche in den höhern Alpenregionen andern Insektenklassen den Vorrang ablaufen, haben sicherlich einen bedeutenden Antheil an der oft bewunderten Farbenschönheit der Alpenblumen, und namentlich sind die brennend karminrothen Nelken und die azurblauen Enzian-Arten der Hochalpen offenbar ihre Lieblinge und ihre Geschöpfe.

Aber die Tagschmetterlinge bekunden nicht nur einen ausgebildeten Farbensinn, sondern sie bevorzugen auch würzige Düfte. Fritz Müller hat vor zehn Jahren entdeckt, daß viele Schmetterlinge neben ihrem prachtvollen Farbenkleide auch eigene Duftorgane besitzen, mittelst deren sie würzige Düfte ausströmen, um sich den Weibchen in der Ferne bemerklich zu machen, und er hat einzelne dieser „Blumen der Luft" beobachtet, die so angenehm dufteten, wie ein Blumenstrauß. Wir können uns daher nicht

wundern, daß sie auch, namentlich in den Hochalpen, herrliche, volldustende Blumen gezüchtet haben, deren Dufton zwischen Nelken und Vanille in der Mitte zu stehen pflegt. Es ist klar, daß der Duft als Anlockungsmittel auch Blumengröße und Farbe bis zu einem gewissen Grade ersetzen kann, und daher sind einige, unscheinbar blühende Pflanzen, die kräftig duften, ebenso besucht als schöngefärbte und große. Von Wichtigkeit wird dieser Umstand für die nachtblühenden Blumen, die sich der Befruchtung durch Nachtschwärmer angepaßt haben, während die Tagfalter- und übrigen Insekten-Blumen sich meistens des Nachts schließen, um weder Duft zu vergeuden, noch sich der Gefahr auszusetzen, durch Regen und Nachtthau ihres Honigs verlustig zu gehen. Solche Nachtfalter-Blumen beginnen in der Regel erst des Abends zu duften und sind vorzugsweise lichtblau oder rein weiß gefärbt, weil diese Farben in der Dämmerung oder bei Mondlicht am auffallendsten wirken. Auch fehlen ihnen durchweg die schönen Zeichnungen und Saftmale der Tagfalterblumen, welche des Nachts doch keine Wirkung äußern können. Einige Abend- und Nachtfalterblumen sind noch gefärbt, vielleicht weil sie sich erst seit kürzerer Zeit den im Dunklen fliegenden Faltern angepaßt haben, dann sind diese aus einem früheren Zustande herrührenden Farben oft sehr trübe und unrein, z. B. bei Nachtviolen, Levkoien, Türkenbundlilien und ähnlichen Blumen, da von einer Züchtung besonders schöner Farben durch Nachtfalter natürlich keine Rede sein kann.

Fig. 255.
Kolibri und Kolibri-Schwärmer (Macroglossa Titan).
Nach Bates.

Eine besonders eigenthümliche Klasse von Blumen bilden die in den wärmeren Gegenden Amerikas heimischen Kolibri-Blumen, zu denen namentlich hängende, langröhrige, oft brennend roth gefärbte Blumen, wie Bignonien, Fuchsien und ähnliche gehören. Ihr Nektar kann nur von Thieren ausgebeutet werden, die eine sehr lange Zunge oder einen langen Rüssel haben und schwebend saugen können, und dies Vermögen besitzen eben außer den Schwärmern nur die Kolibris, welche sich durch einen ungemein schnellen Flügelschlag, durch den ihre Flügel fast ganz unsichtbar werden, auf derselben Stelle schwebend erhalten können. Ihre Mitbewerber sind häufig Verwandte unsrer Karpfenschwänzchen (Macroglossa-Arten), und Bates erzählt uns, daß man sie in einiger Entfernung nur sehr schwer von einander unterscheiden könne (Fig. 255). Fritz Müller fand in Brasilien die ver-

breitete Sage, daß der Schmetterling sich in einen Kolibri „verwandle". Wie der Kolibri den Flug des Schmetterlings, so hat dieser den zugespitzten Kopf und den breiten Schwanz des Vogels nachgebildet. Es ist dies wahrscheinlich eine jener Anpassungs-Aehnlichkeiten durch gleiche Lebensbedingungen; vielleicht liegt aber auch ein Fall von Mimicry vor, sofern es dem von den Kolibris verfolgten Schwärmergeschlecht von Vortheil sein konnte, aus der Ferne für ihres Gleichen gehalten zu werden. Man müßte dann freilich annehmen, daß die europäischen Karpfenschwänzchen aus Ländern stammen, wo ihnen die Kolibri-Aehnlichkeit Nutzen bringen konnte.

Fig. 256.
Maregravia nepenthoides. A Herabhängender Blüthenzweig. B Kletterstamm mit Luftwurzeln und kleinen Blättern, aus dem ein Blüthenzweig entspringt.

Bei einer sehr merkwürdigen amerikanischen Familie von Klettergewächsen, den Marcgraviaceen, haben die Stützblätter (Brakteen) der an sich nicht auffallenden Blumen die Fähigkeit erlangt, Honig abzusondern, und da es von Nutzen war, weithin sichtbar zu sein, haben sie sich vergrößert und in scharlachroth und purpurn gefärbte Schläuche verwandelt. Bei der in Fig. 256 dargestellten Art, die sich noch dadurch auszeichnet, daß auch unter ihren Zweigen und Blättern eine Art Arbeitstheilung eingetreten ist, hängen die Blüthenzweige in Gestalt eines Kronleuchters herab, und an den mittleren Blüthenstielen haben sich die Brakteen auf Kosten der verkümmerten Blüthen so vergrößert, daß sie einen Kreis großer Nektarbehälter bilden, in denen zahlreiche Insekten ertrinken. Vögel, namentlich Kolibris, die zu diesen Behältern kommen, sei es des Nektars wegen, oder um darin Insekten zu

fischen, streifen mit Kopf und Rücken den Staub der Blüthen ab und übertragen ihn auf andere Blüthen. Die Familie zählt nicht viel mehr als ein halbes Schock Arten, aber auch hier ist, ähnlich wie bei den sogleich zu besprechenden Orchideen, die Formen-Mannigfaltigkeit eine so große, daß man deutlich erkennt, wie sehr derartige Züchtungseinflüsse die Formen der Pflanzen vermannigfachen. Beobachter der Tropen haben noch manche andere, zum Theil ungemein langröhrige Blüthen beobachtet, die durch langschnäbliche Vögel befruchtet werden, doch mögen diese Beispiele hier genügen.

Wir erkennen nach alledem, daß ein Hauptgrund für die Entstehung immer neuer und anders gestalteter Blumenformen in den Anpassungen an immer neue Besucherkreise, und in der Ausschließung anderer lag. Dieses

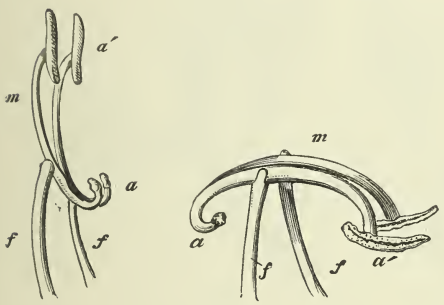


Fig. 257.
Staubgefäße einer Salbei in gewöhnlicher Stellung und durch ein Insekt in Bewegung gesetzt. f Staubfaden. a Verkümmerter, a' ausgebildeter Staubbeutel. m Connectiv.

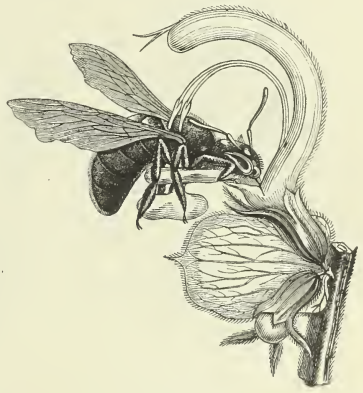
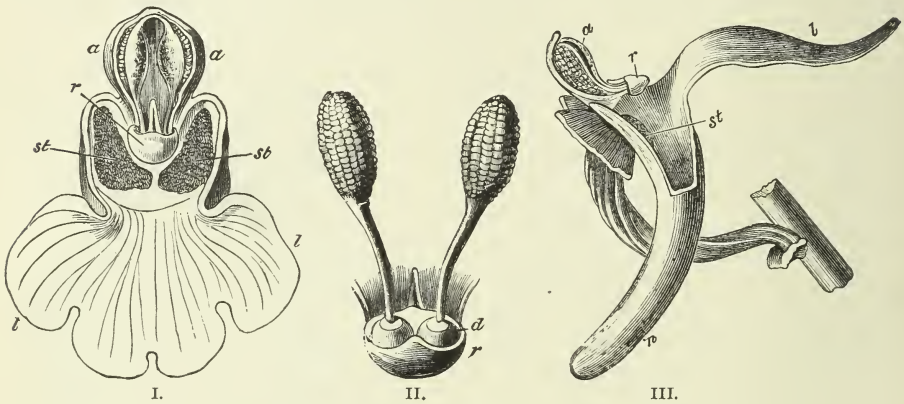


Fig. 258.
Blüthe der Salvia Aethiopis von der Holzhummel (Xylocapa violacea) besucht. (Nach Dodel-Port.)

Moment zeigte sich am fruchtbarsten bei der oben besprochenen Gruppe der Saumblumen, bei denen alle Blumenblätter zu einem Trichter oder zu einem Rachen verwachsen sind, weil hier die Ausschließung weniger nützlicher Besucherkreise viel leichter war, als bei den von allen Seiten zugänglichen freiblätterigen Blumen. Namentlich waren es die durch das vorwiegend morphologische Element der Seitenständigkeit, ähnlich wie bei den Korallen (S. 163), zweiseitig symmetrisch gewordenen Saumblumen, welche der Insektenzüchtung immer neue Angriffsmomente für Specialzüchtungen, für eine weitere Theilung der Blumenwelt unter die Insekten boten. Die wegen ihrer Unregelmäßigkeit als Lippenblumen (Labiaten), Masken- (Personaten) und Nasenblüthler (Rhinanthaceen) bezeichneten Blumen wurden von gewissen Insekten, denen sie am besten zusagten, in Beschlag genommen und in ihrer besonderen Richtung zu kleinen Wundern der Teleologie für oberflächliche sowohl als für tiefer blickende Beobachter umgewandelt. Um

wenigstens einige Beispiele anzuführen aus den mannigfachen erstaunlichen Einrichtungen derselben für die Fremdbestäubung, wie sie Sprengel, Darwin, Delpino, Hildebrandt und H. Müller auf diesem noch lange nicht erschöpften Beobachtungsfelde enträthselt haben, erwähnen wir der Salbei-Arten, deren Staubgefäße dadurch, daß sich das verbindende Glied der beiden Staubbeutel ausdehnte, ein bewegliches Glied (m Fig. 257) an der Spitze der beiden Staubfäden erhielten, welches wie ein Pumpenschwengel in Bewegung gesetzt werden kann. In der Ruhestellung verschließen die unteren Enden (a) dieser beweglichen Glieder, deren Staubbeutel gewöhnlich verkümmert sind, den Zugang zum Honig und wenn nun das Insekt sie



I. II. III.

Fig. 259.

Blüthe von Orchis mascula. I. Vorderansicht der Blüthe, von welcher alle Kelch- und Kronenblätter mit Ausnahme der Lippe weggeschnitten sind. II. Die Pollinien. III. Seitenansicht mit Querschnitt durch den obern Theil der Lippe und des Spornes. Alle Figuren vergrößert.

wegzudrängen sucht, so schlagen die beiden ausgebildeten Staubbeutel (a') des andern Endes auf den Rücken desselben und pudern ihn gründlich mit dem Blumenstaube ein (Fig. 258), den es nachher auf die Narbe der nächstbesuchten Blüthe überträgt. Aehnliche Einstäubungs-Vorrichtungen besitzen viele Schmetterlingsblüthler, bei denen jedes eindringende Insekt, eine kleine Detonation der Staubbeutel erzeugt und ganz eingepudert hervor kömmt.

Wir werden nicht irre gehen, wenn wir den Formenreichthum der meisten Familien mit unregelmäßigen Blumen von Züchtungen durch verschiedene Besucherklassen ableiten. Zu den für diese Auffassung lehrreichsten Familien gehört die von Darwin in bewunderungswürdiger Weise untersuchte Familie der Orchideen, deren viele Tausende von Arten umfassender Formenreichthum unerschöpflich scheint, und deren oft seltsame Gestalten Veranlassung zu manchem Kapitel über Launen und Bizarrerieen der Natur Veranlassung gegeben haben, obwohl die Wunderlichkeit meistens auf Seiten der Naturschilderer war. Diese ursprünglich durch gehäufte Blüthenstellung unregelmäßig gewordenen Blumen

sind vielleicht dadurch so wandlungsfähig, daß die Blüthe alle ihre Kraft der Anlockung und Befruchtung zuwendet, während die Samenbildung auf Monate nach derselben zurückgeschoben wird. Von den drei dieser Monocotylen-Familie ursprünglich zugehörigen Staubgefäßen ist in der ungeheueren Mehrzahl der Fälle nur ein einziges ausgebildet, welches unmittelbar mit Fruchtknoten und Narbe verwachsen ist, und wie gewöhnlich, aus zwei Fächern besteht, deren völlig getrennte Pollenmassen gestielte Klumpen bilden, welche wegen ihrer zusammenhängenden Beschaffenheit Pollinien (Fig. 259 a) genannt werden. Das weibliche Organ endete ursprünglich wie gewöhnlich in drei Narben, von

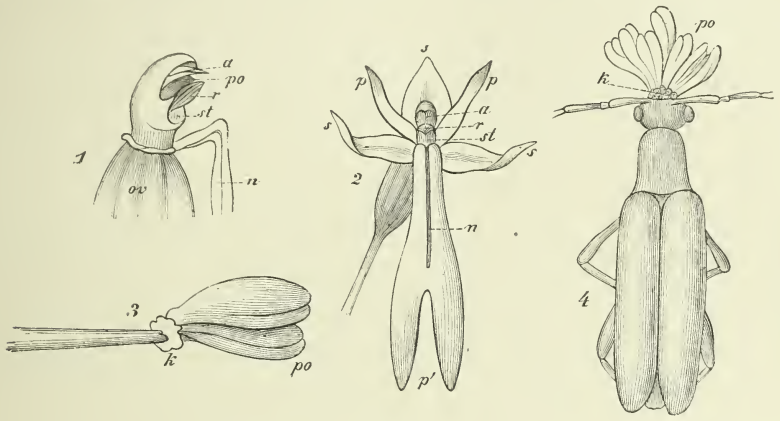


Fig. 260.
Listera ovata. 1 Oberer Theil der Blüthe von der Seite. 2 Blüthe von vorn. 3 Die einer Nadel angekitteten Pollinien. 4 Ein Käfer (Grammoptera laevis) mit zahlreichen Pollinien auf der Stirn. Alle Figuren vergrößert. Nach H. Müller. a Anthere. po Pollinium. r Rostellum. k Klebmasse. st Narbe. s Kelchblätter. p Blumenblätter. p' Unterlippe. n Nektarstreifen. ov Fruchtknoten.

denen jedoch nur die beiden untersten (st) als solche ausgebildet sind, während die oberste einen kleinen Sack, das Rostellum (r) bildet, in welchem die Pollinien auf besonderen Klebscheiben (d) ruhen. Wenn nun bei einer Orchis-Art ein Insekt zu dem mit saftigem Gewebe erfüllten Sporn vordringen will, so stößt sie gegen das Rostellum (r) und klebt sich die beiden Pollinien auf den Kopf, so daß sie als gehörntes Insekt heraus kommt, und wenn es mehrere Blüthen besucht hat, ein förmliches Geweih erhält (Fig. 260_4). Man kann dies leicht nachahmen, wenn man mit einer Nadelspitze gegen das Rostellum stößt, wobei die Pollinien sofort daran festkleben (Fig. 260_3). Vermöge einer eigenthümlichen Zusammenziehung der Klebscheibe senkt sich das Gehörn stets nach vorn, und wenn nun das Insekt eine zweite Orchidee besucht, so stößt es mit seinen Hörnern direct auf die klebrige Narbe (st), woselbst nur Theile der Pollinien haften bleiben, so daß das Insekt schon mit einem Horn mehrere Blüthen befruchten kann. Die Unterlippe der Orchideen-Blüthe, wie der meisten ähnlichen Rachenblüthen, dient dabei als hauptsächlichstes Anlockungsmittel und

als Flugbrett; sie nimmt die wunderbarsten Formen an und hat sich bei einigen Arten zu langen Troddeln und Kletterseilen verlängert, um es den Gästen leicht zu machen, heraufzuklettern und sich ein paar Hörner zu holen, oder sie hat sich zu einem kahnförmigen Behälter aufgeblasen, der sich manchmal mit Wasser füllt, und welchen die Insekten nur durch einen engen Ausweg bei Narben und Antheren vorbei verlassen können. Die Mittellinie der Lippe ist oft mit den schönsten Farbenstreifen und Zeichnungen geziert, und bei der in Fig. 260 dargestellten, ebenfalls einheimischen Orchidee führt ein Honigpfad (n) gradenwegs zu der Stelle, wo man sich die Hörner zu holen und sie demnächst abzustreifen hat. Fast bei jeder Orchidee ist Blumenform und Befruchtungsart eine andere und unter den ausländischen giebt es höchst erstaunliche Fälle, von denen Darwin einige sehr merkwürdige in seinem Orchideenbuche beschrieben hat, aus denen deutlicher als irgendwo hervorleuchtet, wie viel Mannigfaltigkeit die Insektenzüchtung in die Blumenwelt gebracht hat.

Aber auch in vielen andern Pflanzenfamilien hat die auf Sicherung der Kreuzbefruchtung hinarbeitende Naturzüchtnng sehr merkwürdige Einrichtungen hervorgerufen. So hat Fritz Müller in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit auf Blumen mehrerer verschiedener Familien gelenkt, welche zweierlei Staubfäden hervorbringen, auffälliger gefärbte, oft blumenblattartig umgebildete, die den Besuchern zur Nahrung dienen, und unscheinbarere, welche den befruchtenden Blumenstaub liefern. Bei mehreren Formen unseres gemeinen rothen Wiesen-Weiderich (Lythrum Salicaria) finden wir eine derartige Arbeitstheilung unter den Staubfäden, nämlich sechs längere Staubfäden mit dunkelgrünem fruchtbarem Blumenstaub und sechs kürzere mit goldgelbem unfruchtbarem, der den Besuchern zur Nahrung dient. Bei dieser Blume kommen drei verschiedene Formen vor, kurz-, mittel- und langgriffliche, bei denen der Griffel kürzer als beide Staubfädenkreise bleibt, oder den einen oder beide Kreise überragt, und Darwin hat gezeigt, daß von den achtzehn zwischen diesen drei Formen möglichen Kreuzungen, die namentlich durch Bienen und langrüßliche Fliegen vermittelt werden, diejenigen zwischen zwei Formen, bei denen sich Griffel und Staubfäden in ihrer Länge entsprechen, allein guten Samen liefern. Häufiger als ein derartiger Trimorphismus kommt ein entsprechender Dimorphismus, z. B. bei Primeln, Lungenkraut u. s. w. vor.

Bei der Umgestaltung der Blumen durch Insekten und namentlich bei der Züchtung von verwachsenblättrigen Saumblumen (Sympetalen) aus freiblättrigen, ist aber nicht selten ein Vorzug der letzteren wieder verloren gegangen, die Blumengröße, mit der in ihr gegebenen Auffälligkeit. Denn obwohl es auch große Glocken- und Röhrenblumen giebt, so wird durch die Weite des Kelches der Vortheil, den der Ausschluß kurzrüsseliger Thiere gewährt, beeinträchtigt, und solche Blumen, wie die Gentianeen, Borragineen,

Campaneln, Ericaceen mußten dahin gelangen, durch allerhand Schuppen, Reusen und andere Kelch-Verschlüsse, auf die wir nachher zurückkommen, die unerwünschten Besucher abzuhalten. Der natürliche Charakter der Sympetalen ist Engröhrigkeit, und um den dadurch stattfindenden Verlust an Auffälligkeit wieder auszugleichen, finden wir bei ihnen das schon erwähnte Bestreben, durch Zusammendrängen zahlreicher Blüthen zu gehäuften Blüthenständen sich bemerkbar zu machen, besonders ausgeprägt. Man denke an die gehäuften Blüthenstände der Labiaten, Personaten, Primulaceen, Ericaceen, der kleinblüthigen Campaneln und vieler andern Familien. Auch kleinere freiblättrige Blumen, wie z. B. die der Schirmblüthler, Papilionaceen, Orchideen und vieler anderen drängen sich häufig zu dichten Schirmen, Ähren, Köpfen und Sträußen zusammen, um die der einzelnen Blüthe fehlende Auffälligkeit — die sie den erwünschten Besuchern schon aus einiger Entfernung bemerkbar macht — durch massenhafte Aneinanderdrängung zu erreichen. Sind die Blumen ganz unscheinbar, so übernehmen mitunter die Deckblätter (Brakteen) der einzelnen Blüthen, indem sie sich vergrößern und zu einer zierlichen Manschette unter dem Blumenstrauß anordnen, auch mitunter lebhafte und glänzende Farben annehmen, das Geschäft der Insekten-Anlockung. Solche aus Brakteen gebildeten Straußmanschetten sehen wir in den unsern Alpenblumenstrauß (Taf. XII) überragenden Astrantien (Astrantia major) und in der links unten dargestellten Alpen-Mannstreu (Eryngium alpinum), bei der die Hüllblätter die Gestalt schöner stahlblau schimmernder Rosetten angenommen haben, welche die „blaue Distel" zum beliebten Hutschmuck der Bergbewohner machen. Beide Blumen gehören trotz ihrer abweichenden Tracht zur Familie der Schirmblüthler (Umbelliferen). Bei manchen tropischen Euphorbiaceen, namentlich bei der schönen Osterblume (Poincettia pulcherrima) Mexiko's bilden die Hüllblätter eine brennend scharlachrothe Scheinblume um den unscheinbaren gelben Blüthenstrauß.

Der hier angedeutete Entwicklungsweg erreicht seinen Gipfelpunkt bei den Zusammengesetzten (Compositen), einer Pflanzenfamilie, bei deren Angehörigen eine Menge winziger Blüthen auf einem gemeinschaftlichen Blüthenboden und in einem korbartigen Hüllkelch eingeschlossen werden, weshalb man sie auch Korbblüthler nennt. Nach dem Verhalten der Sonnenblumen und vieler anderer Compositen zu schließen, hätte diese Vereinigung noch den Vortheil, eine Erhöhung der richtenden Kraft der Sonne auf den Stiel zu erzeugen, so daß dieser dem Laufe der Sonne mehr als bei einzelstehenden Blüthen folgt. Die Vorstufen dieser Gesellschaftsbildung kann man bei den Scabiosen und noch besser bei den kopfförmig gehäuften Campaneln (Jasione, Phyteuma) sehen, und die erste Folge dieser Beschützung durch einen allgemeinen Kelch (gegen Regen und Unbilden der Witterung) war, daß die Einzelnblüthen ihre besondern Kelche verloren, die sich zu Flugvorrichtungen für die Samen (den sogenannten Pappus) zurückbildeten,

wie wir sie bei dem Löwenzahn und den Disteln schon als Kinder kennen lernten. Die Einzelnblumen geben hierbei ihre Individualität fast gänzlich auf und ordnen sich mit Aenderung ihrer Funktionen und Arbeitstheilung so vollständig einem Gemeinwesen unter, daß man ein gewisses Recht hat, mit Link und Schleiden die Compositen als „Blumen höherer Ordnung" zu betrachten.

Diese kleinen Blumenstaaten bieten den Insekten, die auf ihnen spazierend, bequem eine Blüthe nach der andern ausbeuten und befruchten können, so große Vortheile, daß wir uns nicht wundern dürfen, in den Compositen trotz ihrer spätern Erscheinung, die an Arten und Gattungen reichste aller Pflanzenfamilien zu finden. Denn auch in ihr war die Fortbildung zu immer besserer Anpassung an den günstigsten Fortpflanzungsweg, also die Variations-Tendenz, noch keineswegs abgeschlossen. Die einfachsten Fälle sind dabei diejenigen, wo alle Blüthen zwitterig und von gleicher röhrenförmiger Gestalt sind, wie bei den Disteln und Kletten. Diese Blumen sind jedoch nicht sehr auffällig und müssen oft durch Kopfgröße ersetzen, was ihnen an Farbenpracht abgeht. Hier kam nun eine morphologische Eigenthümlichkeit der Naturzüchtung zu Hilfe. In Folge eines leichterklärlichen Ernährungsvorganges erhalten bei dieser dichten Aneinanderdrängung der Blüthen die randständigen ein Vermögen sich zu vergrößern, das Geschäft der Insekten-Anlockung zu übernehmen und dafür die Blumenstaub- oder Samen-Produktion einzustellen, unfruchtbar zu werden. Wir sehen dies z. B. auch bei dem wilden Schneeball, und unser Gartenschneeball, sowie die Hortensien sind Züchtungen solcher zusammengesetzten Blüthenstände, bei denen sich alle Blüthen in große aber taube Blüthen verwandelt haben. Unter den Compositen bieten die Kornblumen, und die Flockenblumen überhaupt, z. B. die auf unserer Tafel XII dargestellte Bergflockenblume (Centaurea montana), welche einer Kornblume in doppelter Größe gleicht, ein ähnliches Beispiel mit vergrößerten, tauben, nur der Anlockung gewidmeten Randblumen.

Wie aber die Saumbäume eines dichten Waldbestandes ihre Aeste nach außen breiten und eine ganz unregelmäßige Krone bilden, so verlieren die randständigen Blumen eines zusammengesetzten Blüthenstandes, wie wir etwas Aehnliches schon oben (S. 163) von den Korallenpolypen erfahren haben, häufig ihre ursprüngliche und von den Mittelblüthen bewahrte, regelmäßige Grundform; die nach außen und vom Stengel abgewendete Hälfte der Krone beginnt sich stärker auszubilden, die Blumen nehmen eine rachenförmige Gestalt mit vergrößerter Unterlippe an, oder verlängern sich zu einem langen Strahl (Strahl- oder Zungenblüthen), wobei sie gewöhnlich eingeschlechtig oder gar unfruchtbar werden. Sie dienen jetzt blos noch als Putz- und Anziehungsmittel und nehmen zur bessern Erreichung dieses Zweckes häufig eine von den gelbbleibenden Scheibenblumen verschiedene Färbung an, z. B. eine weiße, wie bei Maaslieb und Kamille, oder eine möglichst abstechende,

Gebrüder Borntraeger, Berlin. Paul Geißler Kunstwerkstatt, Berlin

Zusammengesetzte Blumen.

wie die violette der Astern, von denen die auf unserer Tafel XII dargestellte Alpenaster (Aster alpinus) ein besonders leuchtendes Beispiel ist. Sind die Einzelkörbchen klein, wie bei den Schafgarben-Arten, zu denen die auf Tafel XII dargestellte Moschus-Schafgarbe (Achillea moschata) gehört, so drängen sie sich wohl, ebenso wie die einfachen Blumen, zu dichten Schirmen oder Sträußen zusammen und werden dadurch auffällig.

Bei einer kleinern Gruppe der Compositen, zu denen die Beifußarten, Huflattiche und Immortellen gehören, war selbst dieses Mittel nicht sehr aussichtsreich, weil ihre Eigenthümlichkeit darin besteht, kleinere Köpfe mit wenig verbreiterter Scheibe und winzigen Blüthen zu bilden. Wegen des geringen Unterschiedes der Stellung konnte deshalb von einem Ausstrahlen der Randblumen hier nicht wohl die Rede sein. Die Immortellen sind deshalb dadurch auffällig geworden, daß ihre Hüllkelchblätter lebhafte Farben angenommen haben; bei den andern haben sich die kleinen Köpfchen zu zusammengesetzten Blüthenständen vereinigt, die zum Theil, wie bei der Pestwurz (Petasites) schon im ersten Frühjahr und vor den Blättern erscheinen, um möglichst auffällig zu sein. Es handelt sich also in den zuletzt genannten Fällen um einen aus zusammengesetzten Blumen gebildeten, zusammengesetzten Blüthenstand, gleichsam um eine zweite Potenz des Vereinigungsprinzips. Das interessanteste Beispiel dieses Entwicklungsweges haben wiederum die Alpen in dem bekannten Edelweiß geliefert, dessen mit Recht bewunderte scheinbar einfache „Blume" ein zusammengesetzter Strauß aus zusammengesetzten Blüthen, eine Composition aus Compositen ist, bei welcher die weißfilzigen äußeren Brakteen, die gar nicht zur Blüthe selbst gehören, die Straußunterlage oder Manschette in der Gestalt einer schönen Sternblume bilden. Das Edelweiß ist als im Sinne des Vereinigungsprinzips höchste Leistung der Insektenzüchtung in die Mitte unsres Alpenblumenstraußes (Tafel XII) gestellt worden.

Trotz solcher schönen Einzelheiten ist jedoch die ästhetische Bedeutung dieser ungeheuer formenreichen Pflanzengruppe nicht groß, wie man schon daraus ersehen kann, daß unser Ziergarten außer Astern, Georginen und Cinerarien ihr nicht viel wirklich schöne Blumen entnehmen konnte, und selbst an diesen wenigen hat die Kunstzüchtung noch das Meiste gethan. Es ist dies ein wichtiger Beleg dafür, daß die Blumen-Entwicklung nicht einem ästhetischen Ideal, sondern einem Nützlichkeits-Ideal, der möglichst vollkommnen Anpassung an die Daseinsbedingungen, gilt. Denn unter den Compositen müssen wir augenscheinlich die Blumenkönigin suchen und vielleicht verdient unter ihnen die Sonnenblume, das verkörperte Abbild des Gestirnes, dessen Strahlen alle diese Schönheiten erweckten, den Platz auf dem Throne. Täuschen hier die Erdfunde nicht, so müssen nicht nur die Palmen, welche Linné als die Fürsten des Gewächsreiches betrachtete, die Ranunkeln, welche Dekandolle obenan stellte, und der Pomeranzenbaum, in welchem Reichen-

bach alle Vollkommenheiten vereinigt sah, sondern auch die Rose muß sich vor der neuen Blumenkönigin, der Sonnenblume neigen. Wir würden dann freilich versucht sein, von einem Rückschreiten der Pflanzenwelt in ästhetischer Beziehung zu reden, und es ist wohl möglich, daß sie den Höhepunkt in mancher Beziehung überschritten hat, woran vielleicht die abnehmende Sonnenwärme einen Antheil hat. Denn die anspruchsvollen Formen der Korbblumen sind in Wahrheit Geburten der gemäßigten Zonen und nur dort herrschend. Zwei Eigenheiten fallen uns im Kreise dieser Jüngstgeborenen der Schöpfung noch besonders in die Augen, eine Neigung, die Geschlechter wieder zu trennen, die unter den Blumenstaaten, welche die Verwandten der Sonnenblume in ihrem Kelche bergen, am deutlichsten ist, und die Seltenheit baumartiger Formen in ihrer großen Schaar. Der baumartige Wuchs, welcher eine Menge Personen, wenn man unter den Pflanzen überhaupt von Persönlichkeiten reden kann, wie der Korallenstock die Polypenthiere vereinigt, erscheint in gewisser Beziehung allerdings wie ein Hinderniß, welches der höchsten Entwicklung des Persönlichen im Wege stehen muß. Unter allen Pflanzenklassen scheint eine Verminderung der baumartigen Formen zu Gunsten der krautartigen in der Geschichte der Erde stattgefunden zu haben. Baumartige Bärlappe und Schafthalme sind gänzlich von der Erdoberfläche verschwunden, die Zahl baumartiger Farne, Palmenfarne und Nadelhölzer hat sich unzweifelhaft vermindert, die Zeit baumartiger Ein- und Zweiblattkeimer ist im Niedergange und die Zeit der Kräuter bricht herein. Immer mehr werden wir genöthigt sein, durch künstliche Anpflanzungen alternde und zum Aussterben geneigte Baumformen zu erhalten, und darum werden wir ein Recht erhalten, die Neuzeit, im Gegensatze zu den Farn-, Nadelholz- und Laubwäldern der früheren Epochen, das Zeitalter der Culturwälder zu nennen.

Im Uebrigen bestand der Vortheil der Pflanzen nicht ausschließlich in der Ausbildung solcher Eigenschaften, welche Insekten anlocken, sondern auch in der Ausbildung von *Schutzmitteln*, um unerwünschte und schädliche Gäste, die sich nicht mit dem freiwillig gespendeten Honig begnügen, sondern auch Laub und Blüthen fressen, wie Schnecken, Raupen und Käfer von sich abzuhalten. Auch an diesen Punkt hat die Naturzüchtung angesetzt und die Mannigfaltigkeit der Pflanzenformen erhöht. Für die Herbeischaffung des Blumenstaubes war ihnen vorwiegend nur der Besuch *geflügelter* Insekten von Nutzen, nicht aber derjenige *kriechender* Insekten, die von einer Blume zur andern kletternd, höchstens zu der wenig erwünschten Befruchtung der einen Blume durch den Pollen anderer *derselben* Pflanze führen würden, nicht aber zur Kreuzung der Blumen verschiedener Pflanzen, welche den kräftigsten Samen liefert. Wie schon Erasmus *Darwin* im vorigen Jahrhundert in vielen Fällen beschrieben und A. *Kerner* in neuerer Zeit weiterstudirt hat, haben die meisten Honigpflanzen unserer Zeit Schutz, z. B. gegen die honiglüsternen Ameisen erlangt, wahrscheinlich eben weil die ungeschützten

Formen zu Grunde gegangen sind. So z. B. haben sich die Stengel vieler Pflanzen mit nach abwärts gerichteten Haaren oder Dornen bedeckt, die das Emporkriechen flügelloser Insekten sehr erschweren. (Fig. 261.) Bei der wilden Karde oder dem Venus-Waschbecken (Dipsacus) trägt der Stengel nach abwärts gerichtete Stacheln, und die wie in der hierstehenden Figur gegenüberstehenden Blätter sind an den Rändern zusammengewachsen nnd bilden einen den Thau und das Regenwasser sammelnden Behälter, der den emporkriechenden Insekten ein unübersteigliches Hinderniß bereitet. Unter den im Tropenwalde auf Bäumen wachsenden Bromeliaceen giebt es viele Arten, deren eng zusammenschließende Wurzelblätter große Wasserbehälter bilden, Naturaquarien der Baumwipfel, in denen mancherlei eigenartige Wasserthiere leben, während die aus dem Wasser emportauchenden Blüthenstengel völlig gegen das Emporkriechen flügelloser Insekten geschützt sind. Als Beweis, daß die Borsten und der Haarfilz der Stengel besonders als Schutzmittel gegen die flügellosen Insekten dienen, dient auch der Umstand, daß über die Oberfläche hervorragende Blüthen von Wasserpflanzen, die von kriechenden Insekten nichts zu fürchten haben, stets glatte Blüthenstiele besitzen, und eine in häufig austrocknenden Teichen wachsende Knöterich-Art (Polygonum amphibium) bedeckt ihren vorher glatten Stengel alsbald mit Haaren, wenn das Wasser austrocknet. Dieselbe Wehrbedeutung, welche Haare und Borsten gegen Schnecken und Insekten haben, muß den Dornen, Disteln und Brennhaaren, die man früher für eine Schöpfung des Teufels ansah, als Schutzmittel gegen den nackten Mund der Vierfüßler beigelegt werden, eine Bedeutung, die freilich nicht immer als stichhaltig befunden wird, wie der Disteln fressende Esel beweist.

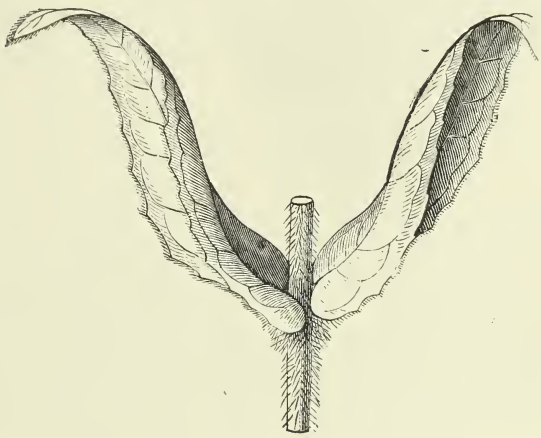


Fig. 261.
Stengelstück von Knautia dipsacifolia (1 : 1)

Ein noch besseres Schutzmittel als einfache Haare sind Drüsenhaare, die einen klebrigen Saft absondern, wie z. B. bei Saxifraga controversa (Fig. 262), deren Blüthenstiel und Kelch mit solchen Drüsenhaaren bedeckt ist. Auch unsre Moosrose und Johannisbeere gehören hierher. Von solchen Drüsenhaaren bis zur Entwicklung eines Leimrings unterhalb der Blüthe, wie ihn die Pechnelke und einige ihrer Verwandten zeigen, ist nur ein Schritt, und

wie wirksam dieses Mittel sich erweist, lehrt unsre Nachahmung dieser Leimringe an den Stämmen der Forst- und Obstbäume, um das Emporkriechen schädlicher Insekten zu hindern. Umgekehrt sind manche hängenden Blüthen, wie z. B. die Schneeglöckchen, durch ihre Glätte und Abschüssigkeit geschützt, sie schütteln die Insekten ab, welche über ihren glatten Rücken in ihren Kelch eindringen wollten; beim leisesten Windstoß purzeln sie herunter. Noch andre halten nur den Honig vor der Plünderung unerwünschter Gäste geschützt, indem sie ihren Kelch mit Kämmen oder kreuzweis stehenden Haaren so füllen, daß wohl ein Bienenrüssel hindurch zu finden weiß, nicht aber kleine Käfer oder Ameisen. Bei der Bärentraube (Fig. 263), in deren kleinen, hängenden Urnenblüthen man dieses Auskunftmittel findet, und bei andern Ericaceen ist überdem eine interessante Bestäubungs-Vorrichtung vorhanden. Die Biene oder Hummel, welche ihren Rüssel in die hängende Blüthe einführt, um den im Grunde geborgenen Honig zu erreichen, stößt dabei gegen die Anhängsel der Staubfäden, die sich nach unten öffnen, und pudert sich dabei den Kopf voll, der grade die Narbe berührt.

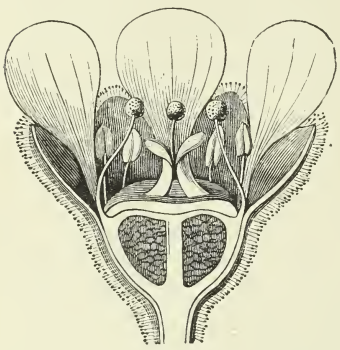


Fig. 262.
Blüthe von Saxifraga controversa 7 : 1.

Eine besondre Aufmerksamkeit verdient ein Schutzmittel, welches gegen Honigraub der sonst als Besucher so nützlichen Bienen und Hummeln dient. Einige in ihren Instinkten fortgeschrittene Hummelarten haben nämlich herausgefunden, daß man bequemer zu dem meist reichlichen Honig langer Röhrenblumen und Sporne gelangen kann, wenn man am Grunde ein Loch hinein beißt; sie beißen daher selbst solche Blüthen auf, die sie bequem auf naturgemäßem Wege ausbeuten könnten, und wissen mit erstaunlichem Geschick die Stelle zu treffen, wo der Honig liegt. Aufmerksame Naturbeobachter können sich leicht überzeugen, daß in manchen Gegenden ein sehr hoher Prozentsatz honigreicher Insekten-Blumen durch Aufbeißen geplündert wird, und dieses Raubsystem stellt natürlich die ganze Naturzüchtung in Frage, da auf diese Weise die Räuber nicht nur nichts zur Befruchtung solcher Blumen beitragen, sondern mit der Zeit auch die rechtmäßigen Züchter derselben abhalten werden, sie ferner zu besuchen. Gegen solche Angriffe scheinen einige Nelken-, Silenen- und Lychnisarten lederharte oder aufgeblasene Kelche erlangt zu haben, welche die Raubhummeln hindern, mit

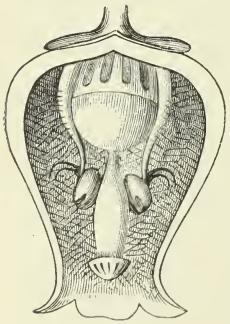


Fig. 263.
Blüthenquerschnitt von Arctostaphylus uva ursi 6 : 1.

ihren Rüsseln von außen bis zur Honigquelle vorzudringen. Auch die Giftstoffe, die viele Pflanzen in Wurzeln, Blättern und Blüthen enthalten, sowie gewisse scharfe, ätherische Oele, scheinen entstanden zu sein, weil sie die Pflanzen vor allzu vernichtenden Angriffen schützen. So müssen die offnen grünlichgelben Blüthen vieler Gewächse, wie z. B. von Euphorbia-, Alchemilla-, Adoxa-, Ruta-, der Rhus- und Evonymus Arten und mancher Umbelliferen entweder durch ihre Farbe oder durch einen bestimmten Stoff die Käfer abschrecken, die sich sonst gern den Honig offner Blüthen zu Nutze machen, denn man findet sie nach H. Müller höchst selten auf denselben. Aber giftige Stoffe schützen immer nur in einem gewissen Grade, und einige Organismen gewöhnen sich an dieselben. So schreckt das den meisten Insekten höchst widerliche Terpentinöl der Nadelhölzer doch manche Schmetterlingslarven nicht und viele derselben leben auf den für Menschen und viele Thiere sehr giftigen Solaneen, Apocyneen und Euphorbiaceen.

Umgekehrt haben verschiedene mit Drüsenhaaren versehene Pflanzen sich daran gewöhnt, die an denselben gefangenen Insekten aufzulösen und zu verdauen, ja einige haben endlich förmliche Schlingen und Fallen erlangt, um Insekten einzufangen. Es sind dies die in neuerer Zeit infolge der Untersuchungen Darwins vielbesprochenen „insektenfressenden Pflanzen". Aus gewissen Gründen kann man schließen, daß diese oft sehr in Erstaunen setzenden Einrichtungen sich aus der auf den vorigen Seiten beschriebenen Nothwehr entwickelt haben, ähnlich wie manche Menschen-Stämme ihre Feinde, von denen sie angegriffen wurden, nachher verzehren. Darwin hat neben den höchst reizbaren Sonnenthau- (Drosera-)Arten und der zu demselben Geschlecht gehörigen Venusfliegenfalle, auf eine in Portugal vorkommende Droseracee, das Thaublatt (Drosophyllum) aufmerksam gemacht, dessen länglich schmale Blätter auf beiden Seiten mit zahlreichen Drüsenhaaren bedeckt sind, die reichlich einen sauren Schleim absondern, wenn sich an dieser lebendigen Leimruthe ein Insekt gefangen hat, im Uebrigen aber nicht reizbar und unbeweglich sind. Aehnlich verhalten sich anscheinend zwei Droseraceen vom Cap der guten Hoffnung und Australien (Roridula und Byblis) und es ist leicht zu denken, daß, nachdem eine Pflanze den Anfang gemacht hatte, die eingefangenen Insekten zu verdauen, und sich bei dieser neuen Ernährungsart wohl befand, dann dieses Vermögen durch natürliche Züchtung ausgebildet werden konnte. Da diejenigen Abarten, deren Drüsenfäden und Blätter reizbar wurden, sich auf dem gefangenen Insekt zusammen neigten und eine Art Magenhöhle zur bessern Ansammlung des Verdauungssaftes bildeten, sich besser ernähren mußten, so konnten sie durch Ausbildung dieses Vermögens die anderen Varietäten aus dem Felde schlagen. Noch unter den Drosera-Arten selbst, die man wegen ihrer Drüsenausscheidungen und weil sie am hellen Mittag bethaut erscheinen, Sonnenthau nennt, finden sich solche mit schmalen, beiderseits drüsigen

Blättern, wie bei den eben genannten Verwandten, aber diejenigen Arten, deren Blätter sich um den Fang zusammenschließen, sind nur noch auf der oberen Seite mit Saftdrüsen besetzt. Sie wirken gleichzeitig wie Fangfäden (Tentakeln), die im gewöhnlichen Zustande ausgebreitet (Fig. 264) sich auf dem Beutestück zusammenneigen und es mit auflösendem Schleim, der ähnliche verdauende Eigenschaften wie der Magensaft besitzt, umhüllen. Während aber bei den zahlreichen Drosera-Arten die Drüsenhaare zugleich fangende, aussondernde und einsaugende Organe sind, tritt bei einigen ihrer Verwandten eine fernere Arbeitstheilung ein. Der Stengel der amerikanischen Venus-Fliegenfalle (Dionaea muscipula) ist mit einer Wurzelblattrosette

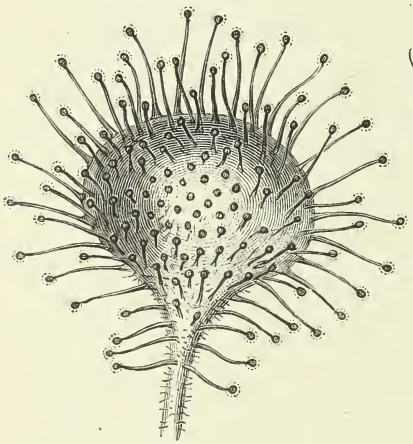


Fig. 264.
Blatt von Drosera rotundifolia, mit ausgebreiteten Fangdrüsen. (Vergr.)

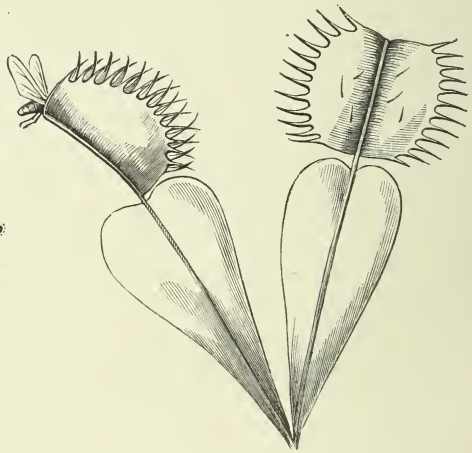


Fig. 265.
Zwei Blätter der Venus-Fliegenfalle, offen und geschlossen.

umgeben, die auf jeder Blattfläche (Fig. 265) nur noch sechs Wimpern besitzt, während der Blattrand den Augenwimpern vergleichbar, mit einer dicken Reihe steifer Borsten besetzt ist. Weder die Wimpern des Blatttellers, noch die des Randes sind fähig, Flüssigkeit auszusondern oder einzusaugen, sondern dienen nur noch, die ersteren als Tast-, die letzteren als Fangorgane. Sobald ein Insekt eine der ersteren Borsten berührt, klappt das Blatt rasch zusammen und die Randwimpern verschränken sich, wie die Finger eines Betenden, um den Fang sicher zu halten. Als Verdauungssaft aussondernde und einsaugende Organe dienen dagegen besondre, in der Blattfläche versenkte Drüsen. Sehr ähnlich ist die Einrichtung bei der ebenso empfindlichen Aldrovanda, einer in wärmeren Ländern verbreiteten Wasserpflanze derselben Familie.

Man kann somit bei den Droseraceen beinahe Schritt für Schritt verfolgen, wie sich ein neuer Ernährungsweg zu einer Vollkommenheit ausbilden konnte, der zuletzt als das Erzeugniß sorgsamster Ueberlegung und Verschlagenheit erscheint. Denn auf die Droseraceen mit unbeweglichen Blättern und Drüsen sahen wir solche mit langsam sich bewegenden Organen und endlich mit energisch wirkenden Schnappvorrichtungen folgen. Auch hier eine Reihenfolge, in welcher die allmälige Herausbildung eines am Ende erstaunlich wirkenden Mechanismus nicht zu verkennen ist. Merkwürdig bleibt dabei jedenfalls, daß Pflanzen einen Weg eingeschlagen haben, um nach Art der Raubthiere zu leben. Der Magen, früher als unterscheidender Charakter der Thiere geltend, hat sich bei einigen Sumpfpflanzen aus den Familien der Nepentheen, Sarraceniaceen und anderer sogenannter Kannenpflanzen in aller Form als hohler, mit Verdauungsflüssigkeit gefüllter Deckelkrug oder Schlauch eingestellt, in welchem durch bunte Zeichnungen und süße Ausscheidungen angelockte Thiere immerfort verdaut werden. Uebrigens scheint diese Gewohnheit einzelner Pflanzen, nach Art der Thiere von Beute zu leben, im Ganzen doch wenig Nachfolge gefunden zu haben, obwohl durch Versuche festgestellt worden ist, daß regelmäßig mit Fleischstückchen gefütterte Drosera-Arten drei- bis viermal soviel Samen brachten, als im Uebrigen unter denselben Bedingungen gehaltene, fastende Pflanzen.

Die Arten des Wasserhelms (Utricularia), deren mehrere in unsern Torfsümpfen und Gräben leben, finden wir mit förmlichen Fangapparaten nach Art gewisser Mäusefallen oder Fischreusen ausgerüstet, um darin kleine Wasserthiere zu fangen. Zwischen den Abschnitten der haarförmig zertheilten Schwimmblätter sehen wir kleine Bläschen (Fig. 266) etwas unter Erbsengröße, die hinter ihrer, von trichterförmig stehenden Wimpern umgebenen Eingangsöffnung (h) eine durchsichtige, leicht bewegliche Klappthür (d) besitzen, welche die Wasserthiere, die in den Bläschen vielleicht einen behaglichen Schlupfwinkel vermuthen, leicht zurückstoßen, aber nicht von innen zu öffnen verstehen, da sie sich elastisch an den sogenannten „Kragen" (c b) anschließt. Und zwar sind es nicht blos winzige Wasserflöhe, Krebse, und andere niedere Thiere, sondern wie G. E. Simms beobachtet hat, werden darin auch häufig junge Wirbelthiere, eben ausgeschlüpfte Fische, gefangen. Da die Drüsen und verzweigten Härchen der Blase keinen verdauenden Saft absondern, so sind es wahrscheinlich nur die Verwesungsprodukte der gefangenen Thiere, welche der Pflanze, die zur Blüthezeit ein schwimmendes Gewächs ist, zu Gute kommen.

Einem sehr verschiedenen, oder vielmehr gradezu entgegengesetzten Verhalten gehören die Umwandlungen gewisser Pflanzen der wärmeren Länder an, die beständig einer Schutzwache lebender Thiere bedürfen, um sie gegen die Plünderungen laubzerstörender Feinde, namentlich der sogenannten Blattschneider-Ameisen zu schützen. Diese Leibgarden bestehen aus Schaaren

kleiner Ameisen, die wegen ihres empfindlichen Stiches sehr gefürchtet sind, und zahlreiche Pflanzen gewähren denselben nicht nur Obdach, sondern auch reichliche Nahrung, da sie jeden Feind von ihnen fernhalten. Das Merkwürdige hierbei ist, daß diese Gewohnheit, der kleinen Leibgarde Obdach und Nahrung zu gewähren, die Pflanzen vielfach umgestaltet hat, weil nur solche

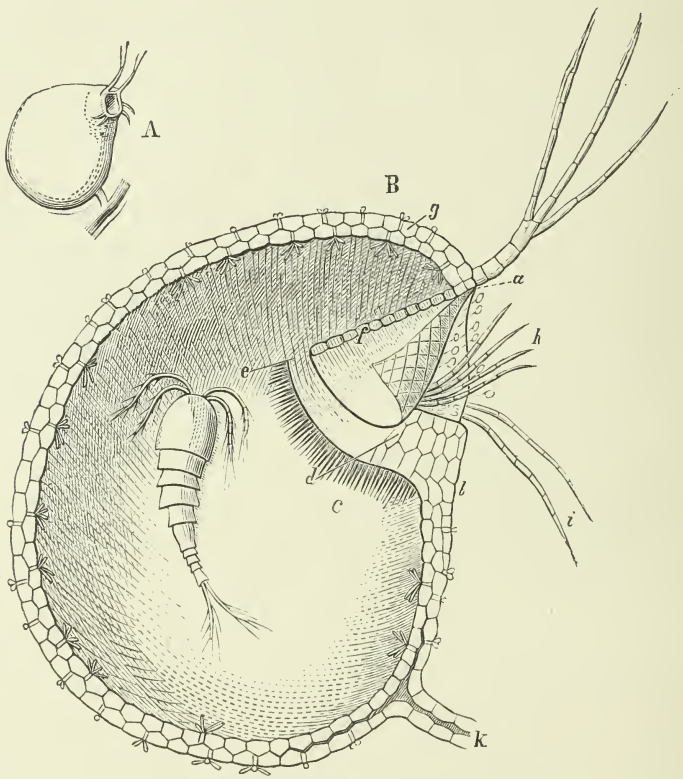


Fig. 266.
A Fangapparat von Utricularia vulgaris, schwach vergrößert. B Derselbe im Durchschnitt, stärker vergrößert h Eingang. ai Wimperhaare. df Klappthür. (Nach Cohn.)

Pflanzen, die dies vermochten, in gewissen Gegenden existiren konnten. So beherbergt die in Südamerika heimische Ochsenhorn-Akazie ihre Schutzwache in ihren großen, paarweise stehenden, ochsenhornartig gewundenen Dornen und liefert ihnen an den jungen Fiederblättern Nektar und feste Ausschwitzungen, welche die Gestalt mikroskopischer Früchte haben, zur Nahrung. Der in warmen Ländern weitverbreitete Armleuchterbaum (Cecropia peltata) liefert seiner Schutzwache nicht nur ähnliche doppelte Nahrung, sondern hält zu ihrem Eintritt in die rohrartig hohlen Stengelglieder, wie Fritz Müller beobachtet

hat, auch eine dünne Stelle in der Wandung bereit, welche das trächtige Weibchen leicht durchbeißt und innen Wohnung und Nahrung für sich und ihre Brut vorfindet. Einige auf Bäumen wachsende indische Rubiaceen Hydnophyta formicarum und Myrmecodia) werden von den Eingebornen als „lebendige Ameisennester" bezeichnet, weil der knollig aufgetriebene kurze Stamm, unter der Rinde ganz von Ameisengängen durchsetzt ist. Diese Pflanzen bedürfen des Ameisenschutzes anscheinend so nothwendig zu ihrem Gedeihen, daß man sie erwachsen niemals ohne denselben findet, und es ist ein merkwürdiger Anblick das knollenförmige „Ameisennest", oben seinen Blätterschopf, kleine Blüthen und Früchte tragen zu sehen!

Ausreichende Nahrung, Schutz vor den Feinden, Anlockung und Befestigung der Freunde und vor Allem die Erzeugung einer kräftigen Nachkommenschaft ist das in allen diesen Veranstaltungen sich geltend machende, nicht sowohl treibende, als sich bewährende Prinzip. Da die richtige Ausstreuung der Samen aber nicht minder wichtig ist als ihre Erzeugung, so sehen wir mannigfache Ausrüstungen zu diesem Zweck hervorgebildet. Eins der wirksamsten Mittel bilden die Schleudervorrichtungen, welche die reifen Samen, bei einzelnen Arten mit lautem Knall, weit umher werfen. Eine häufiger wiederkehrende Einrichtung besteht in der Ausbildung von Flügelanhängen, Flugschirmen, Fäden und Haken, um vom Winde fortgetragen oder durch den Pelz der Thiere verschleppt zu werden. Die interessantesten Fälle bilden jedoch diejenigen Samen, die ein eßbares Fruchtfleisch ausbilden, und von Vögeln und Säugethieren verzehrt und verbreitet werden. Hier ist nun ein ähnlicher Prozeß mitwirkend eingetreten, wie bei den Blumen, die durch den Farben- und Geruchsinn der Insekten gezüchtet wurden, indem diese die farbigsten und duftigsten Exemplare bevorzugten. Früchte, denen es einen Vortheil brachte, von Menschen und Thieren verzehrt zu werden, weil ihre Kerne als unschmackhaft bei Seite geworfen werden (Apfelsinen, Aepfel, Pflaumen), oder unverdaut durch den Körper gehen (Beerenfrüchte, Kirschen u. s. w.) und durch den umhüllenden Dung sogar für die Keimung Vortheile erhalten, haben allgemein schmackhaftes Fruchtfleisch nnd lebhafte, vom Laub möglichst abstechende Farben ausgebildet, weil sie dadurch häufiger gefunden und verzehrt werden; Früchte dagegen, deren Samen schmackhaft sind, wie die Wallnüsse, Haselnüsse, echten Kastanien, Mandeln, Cocosnüsse u. s. w. behalten grüne unschmackhafte Hüllen, um unter dem Laube verborgen zu bleiben, oder sind durch Stacheln, äußerst harte Schalen und dergleichen geschützt. So finden wir auch hier stets eine dem eigenen Vortheil der Gewächse entsprechende Naturzüchtung, und der Vielheit der zu den Mächten der leblosen Welt hinzutretenden lebendigen Züchter entspricht die ungeheure Mannichfaltigkeit der Blatt-, Blumen und Fruchtformen.

Ein eigenthümliches Gefühl beschleicht uns, wenn wir die bunte Au betrachtend, uns sagen müssen, daß wir diesen Farben-, Düfte- und Formenreich-

thum vor Allen den Insekten zu danken haben, und daß unser Garten mit seinen prächtigen Blumen und edlen Früchten bei aller darauf verwendeten Kunst nur ein schwaches Seitenstück zu diesen unendlichen Leistungen der Natur ist. Wenden wir den Blick noch einmal zurück, so sahen wir aus den kryptogamischen Ur-Wasserpflanzen amphibische Gewächse hervorgehen, die sich langsam in Luftpflanzen umwandelten. Aus den Windblüthlern entstanden dann durch Züchtung niederer Insekten zuerst Perigoniaten mit unscheinbarer Hülle, dann echte Blumenpflanzen und zwar zuerst Pflanzen mit freiblättrigen Blumen (Dialypetalen) und dann mit verwachsenblättrigen Blumen (Sympetalen), die sich schließlich zu zusammengesetzten Blumen (Compositen) zusammendrängten. Die Ergründung des genaueren, vielverzweigten Stammbaumes der Pflanzen wird eins der schwierigsten Probleme der Zukunft bleiben. Denn viel verborgener liegt hier der allgemeine Zusammenhang der Zweige, als im Thierreiche, wo man niemals so künstliche Systeme aufgestellt hat, wie für die Pflanzen, und große natürliche Gruppen, wie Insekten, Weichthiere, Fische, Vögel, Amphibien und Säuger stets als solche anerkannt hat. Bei den Pflanzen dagegen sehen wir wohl deutlich Familien gemeinsamer Abstammung sich abgrenzen, und auch die gegenseitige Verwandtschaft einzelner Familien sich andeuten, aber wir sind noch weit entfernt, ein wirkliches generelles und genealogisches System, wie es doch gewiß das einzige natürliche und wahre ist, aufstellen zu können. Der Grund liegt einerseits in der Einseitigkeit des Pflanzenlebens, und andererseits in der Vielseitigkeit, mit der es die Einwirkungen der bunten Thierwelt wiederspiegelt. Gewiß hat auch die Pflanzenwelt auf die Thiere züchtend zurückgewirkt, aber bei Weitem nicht in so tiefgehender Weise, denn in dieser Umwandlungsarbeit war das Thier vorzugsweise das active, die Pflanze das passive Element. Unter diesen mannigfachen äußern Umwandlungen liegt aber die Grundverwandtschaft der Familien wie unter einem buntgestickten Schleier verhüllt.

Am meisten Hoffnung hat der Systematiker, wenn er das täuschende Gewand der mannigfachen Anpassungsähnlichkeiten abstreifend, sich von der Entwicklungsgeschichte und den Eigenthümlichkeiten der Jugendzustände leiten läßt. Schon Jussieu hatte klar erkannt, daß die embryonalen Charaktere der Pflanzen die beständigsten und die natürliche Verwandtschaft am sichersten ausdrückenden sind. Man denke an die großen Gruppen der Mono- und Dicotylen, die nach dem Embryo und der Keimung unterschieden worden sind und durchaus das Gepräge wirklich von jeher getrennter Abstammung besitzen. Aehnliche beständige Charaktere liefert die Versorgung des Embryos im Samen mit Eiweißstoffen. So z. B. ist der Samen bei den nahe verwandten Familien der Cruciferen, Capparideen und Resedaceen eiweißlos. Auch die Beschaffenheit des Eiweißes charakterisirt ganze Familien. So ist es bei den Euphorbiaceen ölig, bei den Gräsern mehlig, bei den Rubiaceen

hornartig. Auch in der Lage des Embryo kann bei ganzen Gruppen der Charakter engerer Verwandtschaft sich ausprägen. So umschließt er den Eiweißkörper peripherisch bei den Chenopodeen, Phytolacceen, Scleranthеen, Paronychiaceen, Amaranthaceen, Portulaceen und Caryophylleen, und es ist nicht undenkbar, daß hierdurch eine gemeinsame Abstammung aller dieser Familien angedeutet wird. Kein Botaniker wird sich heute mehr der Erkenntniß verschließen, daß das natürliche Pflanzensystem, ebenso wie das der Thiere, nur ein genealogisches sein kann.

So auf das Ganze blickend und das Werden der bunten Mannigfaltigkeit des Pflanzenreichs betrachtend, mögen wir die wechselnde Blumen-Dekoration der Erde fast wie ein Jahreszeitenkleid betrachten, welches die Erde in dem großen Weltenjahr abgetragen, erneuert und meist verschönert hat. Man darf dabei nicht an plötzliche Veränderungen glauben, wie sie uns phantasmagorische Darstellungen zeigen, die das Bild des Steinkohlenwaldes plötzlich durch dasjenige der Ufervegetation der sekundären Inselwelt ersetzen. Als die baumartigen Bärlappe mit ihrem dichten Schuppenpelze von Nadelbäumen in der Tracht der Araukarien verdrängt wurden, hätte ein ungeübtes Auge den Wechsel kaum erkannt, und ebenso allmälig gingen die Farnbäume durch Palmenfarne in Pandanen und echte Palmen über. Unscheinbar mischten sich die ersten Blüthenbäume unter die blumenlosen, ganz langsam traten auffallendere und immer prächtigere Erscheinungen in den Reigen. Darum aber waren diese Pflanzen nicht weniger getreue Abbilder ihrer Zeit und für das tiefer blickende Auge des Forschers haben sie diesen Charakter selbst auf unsre Tage gerettet. Wenn wir im tropischen Urwalde den Farnbäumen begegnen und uns durch das Selaginellen-Gestrüpp winden, schwebt das Bild der Steinkohlenzeit mit seinem gedämpften Licht und der dunstigen Atmosphäre vor unserem inneren Auge neu herauf. Die Atolle der Südsee mit ihren kaum aus dem Wasser hervorragenden und von kleinen Vierfüßlern belebten Palmen- und Pandanenhainen erinnern uns an jene aus dem Jurameer aufragenden Korallenriffe, die auch damals nur von Pflanzen besiedelt werden konnten, deren Früchte, wie die der Palmen, lange im Seewasser schwimmend, ihre Samen keimfähig erhalten. Selbst unser Nadelwald mit dem einsam aussterbenden Taxus zeigt ein düster greisenhaftes Aussehen und seine Harzergüsse erinnern uns an den Braunkohlenwald, in welchem der Bernstein in klaren Massen sich am Fuße der Bäume ansammelte. Steht nicht der lichte Laubwald unserm Herzen viel näher, ist er nicht gleichsam zeitgemäßer? Wer weiß, ob nicht einzelne solcher dunklen Gefühle die Landschaftsstimmung beeinflussen und ob nicht hier einige Aufklärung für dieselbe zu schöpfen wäre. Jedenfalls, meinen wir, sollte die Kunst sich diese Erkenntniß zu Nutze machen. Raphael und Michel Angelo haben die Weltschöpfung, Poussin und Kaulbach die Sintfluth

gemalt, indem sie allein aus der Bibel schöpften; sollte es nicht für moderne Künstler eine lockende Aufgabe sein, einmal aus der Bibel der Natur zu schöpfen, und was bisher nur Naturforscher, wie Unger und Oswald Heer, unternommen haben, vorweltliche Landschaften zu malen, lockend für einen Potter und Roos der Vorwesenkunde sie mit den lebendigen Gestalten der Vorwelt zu bevölkern? Sonst hat die Kunst mit Vorliebe geflügelte Drachen, riesige Ungethüme und dergleichen dargestellt, hier fänden jene Gestalten ihren berechtigten Platz und es ließe sich bei dem Bilde etwas denken. Ein großes Feld reicher, noch ungehobener Schätze birgt sich hier für den auf tiefere Studien gestellten Künstler-Genius.

XII.

Die Patriarchen der Naturherrscher.

(Schädellose, Rundmäuler und Fische.)

— — — — — — Die Natur
Vermag nicht unter ähnlicher Gestalt
Den Fortgenuß der Dinge zu gewähren.
Sie wechselt ihre Formen und sie läßt
Des Einen Bild in andre übergehen,
Doch mit Verschiedenheit von Geist und Kraft.
So wächst der unermessene Reichthum auf,
Und ewig zeigt sich eine andre
Und doch dieselbe Welt. Knebel.

Die Behauptung, daß „Aller Anfang schwer sei", gilt natürlich nicht am wenigsten für das Reich der Wirbelthiere, welches wir trotz aller schuldigen Bescheidenheit, da wir selbst zu ihnen gehören, als die Aristokratie der Schöpfung bezeichnen müssen. Der Stamm ist alt, wenn auch seine höhere Entwicklung erst in verhältnißmäßig späten Zeiten sich vollzogen hat; im Uebrigen können wir nicht genau sagen, wie weit er sich in die graueſten Zeiten der Vorwelt zurückerstreckt, da die Wirbelthier-Aspiranten, d. h. die Würmer, welche Wirbelthiere als Nachkommenschaft haben sollten, noch nichts Festes im Leibe hatten, was uns im Archive der Natur für die Zeit ihres Auftretens einen Anhalt bieten könnte. Alle Zoologen, die überhaupt zu den Weiterarbeitenden gehören, sind heute überzeugt, daß die Wirbelthiere von Wurmthieren abstammen; die allgemeine Körperbildung, die Zusammensetzung aus zwei symmetrischen Hälften, und die Theilung in gleichwerthe Querstücke (Segmente oder Metameren) ließ diese Verwandtschaft früh durchfühlen. Die Metameren-Bildung ist, obwohl in den Wirbeln auch der erwachsenen Thiere noch deutlich sichtbar, doch in den Jugendzuständen der ältesten Wirbelthiere am deutlichsten, und in neuerer Zeit haben Balfour und Semper in den Embryonen der ältesten Fische gewisse der Ausscheidung dienende und unmittelbar an das Wurmreich erinnernde „Segmentalorgane" entdeckt, welche diese Verwandtschaft noch deutlicher charakterisiren.

Vor allem machte das Nervensystem Schwierigkeiten, welches bei den höhern Würmern sich deutlich in einem Schlundring und Bauchstrang centralisirt hat, während es bei den Wirbelthieren bekanntlich vom Gehirn und Rückenmark ausstrahlt. Schon Geoffroy Saint Hilaire, der Aeltere, hatte die Wirbelthiere deshalb für umgedrehete, den Rücken nach unten wendende Würmer erklärt, sofern durch eine bloße Umkehrung des Wurm-Nervensystems (Fig. 267) sofort, wenn auch nur den allgemeinsten Umrissen nach, das Nervenschema des Wirbelthieres abgeleitet werden könnte. Nach dieser Ansicht, die in neuerer Zeit namentlich von Dohrn wieder aufgenommen wurde, welcher dabei von gegliederten Borstenwürmern (Chätopoden) ausging, würde das Gehirn der Wirbelthiere aus dem vom Ernährungskanal durchbohrten Schlundnervenring der Würmer herzuleiten sein, in der Weise, daß die vordere Mundöffnung (b) zuwuchs und durch einen unterhalb belegenen Nachmund ersetzt wurde. Die in dieser Form unannehmbare Theorie ist in neuerer Zeit von W. Hubrecht dadurch verbessert worden, daß er von der Organisation viel niedriger stehender, ungegliederter Würmer, nämlich der Nemertinen, ausging, bei denen statt des Bauchmarks mit Ganglien-Anschwellungen für die Gliedstücke (Metameren) zwei einfache, längs der beiden Seiten des Wurmes verlaufende Nervenstränge vorhanden sind. Man kann sodann das Bauchmark der höhern Würmer aus einer ventralen Annäherung und Verschmelzung der beiden Stränge, das Rückenmark der Chordaten und Wirbelthiere, aus einer dorsalen Vereinigung derselben herleiten, wofür auch entwicklungsgeschichtliche Gründe sprechen. Wir würden

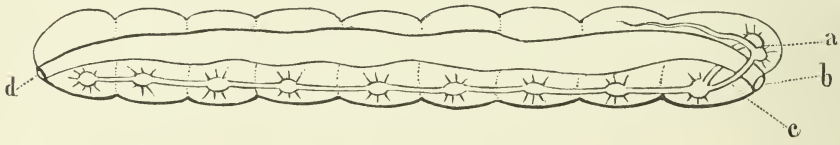
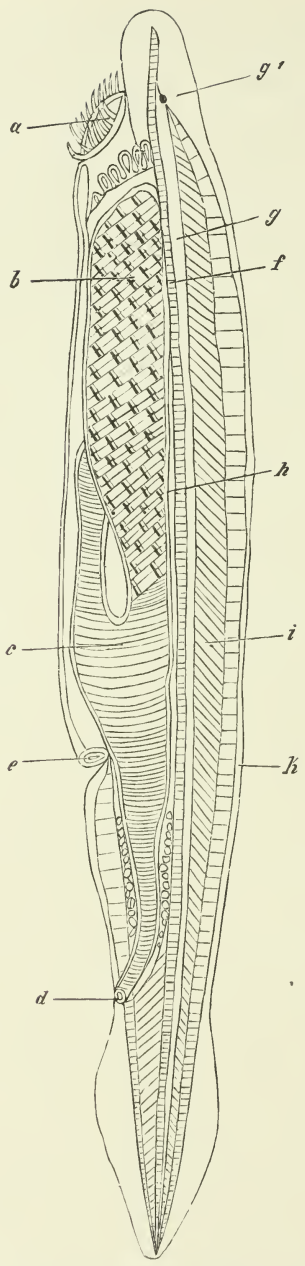


Fig. 267.
Nervensystem der Ringelwürmer (schematisch). a Kopfknoten. c Schlundring. b d Magenröhre, unterhalb welcher sich das Bauchmark hinzieht.

sodann in dem obern und untern Lappen des Nemertinen-Gehirns Vorstufen des Vor- und Mittelhirns der Wirbelthiere zu erblicken haben, wofür auf beiden Seiten der Ursprung der höheren Sinnesnerven aus dem ersteren und der des respiratorischen Nervenpaars aus dem letzteren angeführt werden kann. Hubrecht glaubt ferner, in dem sogenannten Hirnanhang (Hypophysis) der Wirbelthiere, einem bisher nach Bedeutung und Ursprung gleich räthselhaften rudimentären Organ auf der dem Schlunde zugewendeten untern Seite des Gehirns, einen Rest des einziehbaren Rüssels der nemertinenähnlichen Ahnen der Wirbelthiere zu erkennen und meint, die Scheide dieses Rüssels könne der Rückenseite der Chordaten ihren Ursprung gegeben haben.

Wir haben dieses geistreichen Versuches, die Organisation der Wirbelthiere und der Ringelwürmer von gleichen Grundlagen abzuleiten, wenigstens kurz erwähnen wollen. Bei den Sackwürmern und Seescheiden werden die Uebereinstimmungen mit Urwirbelthieren bedeutend auffallender, und hier ist, wie E. van Beneden und Ch. Julin gezeigt haben, die eben erwähnte Hypophysis deutlich als ein unterhalb der Gehirnblase liegendes Organ, welches durch einen Gang in den Schlund mündet, erkennbar. Diese Aehnlichkeit wird freilich für Diejenigen, welche glauben, daß die Sackwürmer nur herabgekommene Wirbelthiere sind und diesen mithin näher stehen als den Würmern, nicht viel bedeuten. Allein die Degeneration, welche man ja in der Entwicklungsgeschichte der Seescheiden deutlich verfolgen kann (vergleiche S. 188), betrifft immer nur einzelne Organsysteme, während in den andern die ursprünglichen Verhältnisse erhalten bleiben. Und wenn wir nun finden, daß viele Würmer und Wurmverwandte, die man den Wirbelthieren in keiner Weise annähern kann, sehr ähnliche Organisationsverhältnisse im Nerven-, Athmungs- und Blutumlaufssystem darbieten, wie die Seescheiden, so werden wir sie nicht für so gar sehr heruntergekommen betrachten dürfen, sondern in ihnen vielmehr leicht veränderte Vertreter der Uebergangsstufe, aus der die Wirbelthiere hervorgegangen sind, zu erblicken haben.

Jede derartige Spekulation über den Ursprung der Wirbelthiere würde freilich von den Gegnern solcher Hypothesen ohne Gnade in das Gebiet der Träumereien verwiesen werden, wenn nicht, wie unter den Ammoniten der Nautilus, auch von den ältesten und unvollkommensten Wirbelthieren, ein überlebender und wahrscheinlich nur wenig veränderter Nachkomme übrig geblieben wäre, das Lanzetthier (Amphioxus lanceolatus), welcher von der Organisationshöhe jener Aspiranten des Wirbelthierreichs einem klugen Enkelkinde Nachricht zu geben im Stande war. Es ist dies ein etwa zwei Zoll langes, schmales, durchsichtiges Thier, welches, wie wir auf der in mehr als doppelter Größe gezeichneten Abbildung Fig. 268 (auf der folgenden Seite) sehen, die allgemeine Gestalt eines kleinen Fisches zeigt, aber keinen Kopf, keine Augen, keine Seitenflossen, sondern blos eine vom Rücken bis zum Schwanzende und um dieses herum auf der Mittellinie des Bauches sich fortsetzende Flosse besitzt. Dieser geringen äußern Gliederung entspricht ein sehr einfacher innerer Bau. Der vordere Theil des Darmrohres ist, wie bei den Seescheiden (Fig. 112 und 113) in einen Kiemenkorb verwandelt, in welchem der Gasaustausch stattfindet; in den Adern kreist ein farbloses Blut, dessen Bewegung durch langsame Zusammenziehungen langer Hohlgefäße (Röhrenherzen) veranlaßt wird, weshalb man diese Thiere auch Rohrherzen (Leptocardia) genannt hat. Kein Wunder, daß diese im Sande der meisten Meere wühlenden Thiere von ihrem ersten Entdecker, dem Reisenden Pallas, für Nacktschnecken gehalten wurden. Im Jahre 1831 bemerkte jedoch Yarrel, daß sie ein allen Wirbelthier-Embryonen gemeinsam zu-



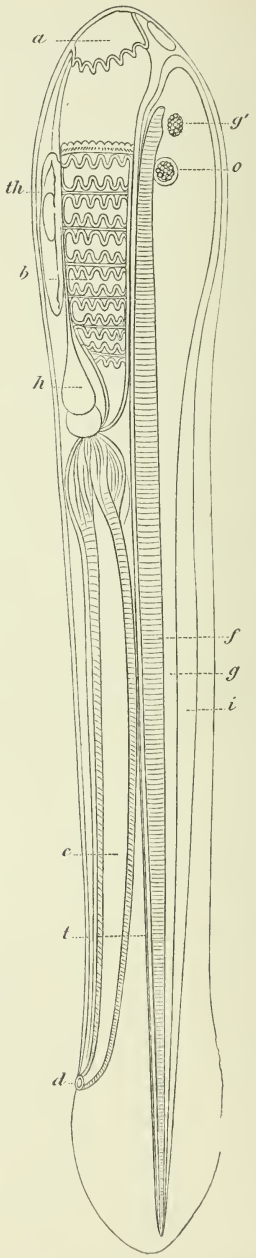


Fig. 268. Amphioxus lanceolatus (erwachsen 3 : 1). Fig. 269. Junge Prickenlarve nach Max Schultze (45 : 1)
In beiden Figuren bedeutet a Mundöffnung, b Schlund- und Kiemensack, c Magen, d Auswurfsöffnung, e Oeffnung der Leibeshöhle, f Rückensaite (Chorda), g Rückenmark, g' Augenfleck, o Gehörbläschen, h röhrenförmiges Herz und Herzkammern, i Muskeln, k Flossenstrahlen, th Schilddrüse.

kommendes Element, die Rückensaite (Chorda dorsalis Fig. 268 f) besitzen, welche durch den Vater der Entwicklungsgeschichte, Ernst von Bär, vor langer Zeit als das allgemeinste Kennzeichen der Wirbelthiere bezeichnet worden war. Damit gewannen diese Thiere mit einem Male ein ungemeines Interesse, denn sie stellen uns die unterste Stufe, oder vielmehr die Vorstufe der Wirbelthiere dar, denn dieser Rückenstab, aus dem sich bei den eigentlichen Wirbelthieren die Wirbelsäule bildet, welche schließlich das Rückenmark einschließt und zur Stütze des ganzen Körpergerüstes wird, verharrt bei ihnen stets in dem für die höhern Wirbelthiere embryonalen Zustande, weshalb sie auch als Rückenstabthiere (Cordonier) unterschieden werden. Ein dritter Namen (Schädellose oder Acranier) leitet sich von dem Mangel eines Schädels her; ein Streifen Rückenmark (g) begleitet den Rückenstab, aber er zeigt kaum eine schwache Verdickung, den bescheidenen Anfang des Gehirnes, in der Nähe des Mundes, der eine einfache runde, mit Bartfäden umgebene Oeffnung darstellt.

Der Amphioxus ändert in mehreren Formen ab, nach denen man ihm verschiedene Namen gegeben hat, und bei der Gazellen-Expedition hat Studer an der australischen Küste einen zweiten, ihm im Allgemeinen sehr ähnlichen Chordonier gefunden, der sich durch hohe strahlige Rückenflosse und den Mangel einer Schwanzflosse, sowie durch mehrere andere Kennzeichen unterscheidet, und Messerthierchen (Epigonichthys cultellus) getauft wurde. Diese beiden sind bis jetzt die einzigen bekannten Ueberbleibsel einer ehemals wahrscheinlich formenreichen Abtheilung niederster Rückenmarkthiere, die aber aus Mangel verknöcherter Theile keinerlei Spuren in den Erdschichten zurückgelassen haben. Wie sie sich den höhern und namentlich den niedern Thieren verbanden, um die Wirbelthiere dem großen Ganzen zu verknüpfen, blieb ein Räthsel, um dessen Lösung man sich früher freilich nicht viel kümmerte; sie schienen völlig isolirt im Thierreiche dazustehen, eine „Laune der Natur", als welche man ehemals alles Unverstandene bezeichnete.

Durch die S. 187 besprochene Entdeckung Kowalewsky's, der 1866 beobachtete, daß junge Seescheiden in ihrer Entwicklung dem Amphioxus außerordentlich ähnlich sind, und namentlich eine später wieder verloren gehende Rückensaite (Chorda) wie dieser ausbilden, erhielt die theoretisch längst geahnte Anknüpfung an das Würmerreich zuerst einen greifbaren Hinterhalt, freilich einen solchen, bei welchem der Mißdeutung Thür und Thor geöffnet wurden. Die Ascidien machen, wie wir gesehen haben, eine rückschreitende Metamorphose durch; man kann in ihnen daher nur herabgekommene Abkömmlinge der echten Ur-Chordonier, einen rückwärts gegangenen Seitenzweig sehen, wenn man das Ganze unter dem Bilde eines Stammbaums gruppiren will. Im Uebrigen sind trotz dessen die allgemeinen Aehnlichkeiten der Organisation noch zwischen der erwachsenen Ascidie und dem Amphioxus in der Bildung des Kiemenkorbes, des Blutumlaufs, Nerven-

systems u. s. w. so groß, daß man die eigentlichen ausgestorbenen Zwischenglieder ziemlich unschwer darnach construiren kann.

Die Gegner dieser Anschauungsweise hätten deshalb freilich am liebsten auch den Amphioxus mit guter Manier aus der Gemeinschaft der Rückenmarkthiere hinausgewiesen. Dies geht indessen nicht an, da er trotz der Einfachheit seiner Organisation die unmittelbarste Aehnlichkeit mit der Bildung anderer ältester, wenn auch bereits viel höher organisirter, und deshalb zweifelloser Rückenmarksthiere darbietet. Im schlammigen und sandigen Grunde unserer Süßgewässer lebt, ganz wie der Amphioxus ein wurmähnliches Dasein führend, ein mehrere Zoll langes, aber nur federkieldickes Thier von mattsilberglänzender Farbe, mit kleinem Kopf und kaum sichtbaren Augen, welches man Querder, Kiemenwurm oder auch Leinaal nannte, weil es sich gern in die zum sogenannten „Rösten" in's Wasser gelegten Flachsbündel verkriecht, und an einigen Orten gegessen wird, während man es meistens nur als zähllebigen Fischköder benützt. Vor einigen Jahrzehnten nun (1856) beobachteten der Berliner Naturforscher August Müller und zur selben Zeit Max Schultze, daß dieser regenwurmähnliche, von Linné als besonderes Thier beschriebene Wurmfisch (Ammocoetes branchialis) der Jugendzustand der Sandpricke oder des kleinen Bachneunauges (Petromyzon Planeri) ist, welches freilebend eine vollkommnere Verwandlung durchmacht, als irgend ein anderes Rückenmarksthier.

Das vor einigen Tagen aus dem Ei gekommene Thier (Fig. 269) bietet nun eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit der Allgemeinorganisation mit der des Amphioxus. Doch zeigt der Gehirntheil des Rückenmarks bereits eine stärkere, das Gehirn vorbereitende Anschwellung, unter dem Augenfleck hat sich ein Gehörsbläschen angedeutet, und über dem Munde eine unpaarige Nasengrube. Durch Anschwellung der Hauptader ist ein einfaches Herz mit Vorkammer entstanden und im Kiemenkorbe deutet sich statt der sehr zahlreichen Querbögen und Spalten des Amphioxus und der Ascidien, eine Verminderung auf 7—8 Knorpelbögen und Spalten an, worauf sich die Athmung nach und nach aus der nach vorn geschobenen Speiseröhre in 6—7 Paar getrennte Höhlungen oder Beutel zurückzieht, die von dem erwähnten Kiemenkorbe geschützt, beiderseits nach außen durch die Kiemenspalten, nach innen durch kleine Oeffnungen in den Schlund münden. Diese Thiere bringen, langsam zu den erwähnten Wurmfischen heranwachsend, den größten Theil ihres Lebens (3—4 Jahre) im Wurmzustande zu, und verwandeln sich dann in kurzer Zeit in das geschlechtsreife Neunauge, welches ähnlich den Eintagsfliegen, Libellen und Schmetterlingen nur sehr kurze Zeit lebt, um für die Fortpflanzung der Art zu sorgen.

Auch die erwachsenen Pricken oder Neunaugen, so genannt, weil man die sieben Kiemenspalten und die Nasengrube mit zu den Augen rechnete, stehen noch tief unter den Fischen und der Naturforscher, der sie ohne Weiteres zu ihrer Gemeinschaft rechnen wollte, würde sich kaum einer geringeren

„poetischen Licenz" schuldig machen, als derjenige, welcher die Walfische den eigentlichen Fischen als Collegen zugesellen wollte. Jeder Gourmand kennt aus eigener Anschauung ihren runden, kieferlosen, mit Hornzähnen besetzten Mund, nach welchem man diese ganze Abtheilung als Rundmäuler (Cyclostomi) bezeichnet. Die Rückensaite zeigt die ersten Anfänge von Wirbelbildung in bogigen Verknorpelungen der Oberseite, und das Gehirn umschließt eine Knorpelkapsel. An die Stelle der Pigmentflecke des Amphioxus und der Prickenlarve sind ausgebildete, wenn auch wieder von der allgemeinen Körperhaut bedeckte Augen getreten. Dagegen fehlt noch die Schwimmblase und jede Andeutung von Seitengliedern (Brust- und Bauchflossen) vollständig. Von diesen Thieren ist — etwa mit Ausnahme der Hornzähne — kein Theil zur Versteinerung geeignet, und es ist sehr wohl möglich, daß sie in einer früheren Erdepoche in großer Artenzahl existirt haben, ohne daß von ihnen Spuren erhalten sind. Im Uebrigen betrachten Fr. Rolle und J. Hinde gewisse schon im Untersilur vorkommende Fischzähne ohne Zahnsubstanz (Dentin) als Ueberreste von Rundmäulern.

Vielleicht sind die Neunaugen und ihre gleich zu erwähnenden Verwandten, dennoch keine sehr getreuen Nachbilder der ältesten Schädelthiere, denn es läßt sich nicht leugnen, daß sie, nach Art vieler ihrer Verwandten unter den Würmern, ein halbparasitisches Leben führen, welches bekanntlich immer zu einem Herabsinken von der bereits erreichten Organisationshöhe führt. Unsere Neunaugen saugen sich an Fische an, nicht allein, um sich von ihnen aus der See stromaufwärts in die Flüsse tragen zu lassen, sondern auch, indem sie dieselben dabei schröpfen und anfressen. Ein Seitenzweig der Rundmäuler, die sogenannten Inger, Schleim-, Blind- und Wurmfische (Myxinidae), welche in die nordische Gattung Myxine und die der südlichen Halbkugel angehörige Bdellostoma zerfallen und noch von Linné zu den Bohrmuscheln gerechnet wurden, haben diese Gewohnheit weiter ausgebildet, indem sie ihren wurmförmigen, schleimigen, glatten Körper immer tiefer in den Leib der Fische einbohren, und zuweilen geradezu als Eingeweidewürmer erscheinen, welche die Fische von innen aus auffressen. Ihre Augen haben diese Thiere wieder eingebüßt, die Kiemenspalten liegen weit nach hinten, damit sich das mit Bartfäden umstellte Mundende tief in den Körper anderer Thiere einbohren kann, ohne sie zu schließen (Bauchkiemer) und in vielen Beziehungen ist die Organisation wieder der des Amphioxus ähnlicher geworden, als bei den Neunaugen. Wahrscheinlich ist dies jedoch nur eine Folge ihres Herabsinkens durch das Schmarotzer-

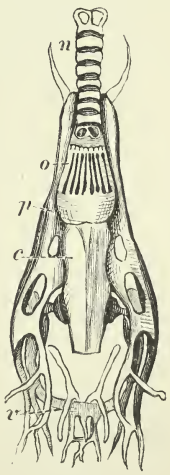


Fig. 270.
Schädel von Bdellostoma heterotrema von oben gesehen. Nach J. Müller. n Nasenrohr. o Riechkapsel. p Seitliche Gaumenleiste. c Gehirnkapsel. v Knorpelstützen des Gaumensegels.

leben, denn Schädel und Gehirn zeigen einen vergleichsweise fortgeschrittenen Zustand (Fig. 270), der fast schon als Grundschema des Fischgehirns dienen kann. Besonders merkwürdig hierbei ist das allen Rundmäulern eigene einfache Nasenrohr (n), nach dem sie auch Unpaarnasen (Monorhina) genannt werden, welches sich vorn über dem Munde öffnet und hinten in den Gaumen führt, während es bei den Neunaugen einen blinden Gang darstellt. Am Gehirn entspricht ihm die riesige Riechkapsel (o), welche auch bei den Fischen, Amphibien und Reptilien verhältnißmäßig stark entwickelt, und erst bei den Säugethieren mehr zurücktretend, uns andeutet, ein wie wichtiges Glied der Geruchssinn im Seelenleben der niederen Thiere ausmacht. Das Gehirn zeigt hier und bei den Neunaugen die ersten Andeutungen einer Sonderung in drei durch leichte Einschnürungen getrennte Auftreibungen, welche die Gehirnblasen (Vorder-, Mittel- und Hinterhirn) bilden, zwischen und hinter denen man später deutlicher ein Zwischen- und Nachhirn hervortreten sieht.

Bei diesen wegen Mangels verknöcherter Theile fast spurlos aus den Archiven der Natur verschwundenen Rundmäulern oder Unpaarnasen erschien also zum ersten Male in der Natur ein den höheren seelischen Thätigkeiten ganz und voll gewidmetes Werkzeug, eine Centralstelle zur Zusammenfassung aller inneren, seelischen Fähigkeiten. Und zwar hat das Gehirn alsbald jene Gliederung in drei Hauptabtheilungen, gleichsam ebensoviel Kanzleien im Palaste der Seele gewonnen, die wir auch bei den höchsten Wirbelthieren antreffen, so daß man auch hier sagen kann, was ein Häkchen werden will, krümmt sich bei Zeiten. Die Alleinherrschaft des Magens hörte auf, indem sich der Schwerpunkt des Lebens in die Rückenlinie, an deren Spitze der Kopf entstand, verlegte, der Aufschwung zum Höheren tritt unverkennbar hervor. Denn hier zeigt sich der Anfang jener höchsten Leistung der Arbeitstheilung, nach welcher eine bestimmte Höhlung des Körpers ganz mit Zellgewebe erfüllt wird, in welchem fortan alle äußere Kraftwirkung sich nach innen spiegelt, in welchem die „innere Anschauung" der Dinge, das allgemeine Denken der Materie, Ereigniß wird. Das Thier hat statt der sonst im ganzen Körper zerstreueten Nervenknötchen einen umfangreichen Centralheerd, einen geistigen Schwerpunkt erhalten, auf den sich nunmehr alle Theile zurückbeziehen, von dem sich alle Glieder lenken lassen, ein Verhältniß, das nur noch bei den Gliederthieren und den höchsten Weichthieren einige untergeordneten Seitenstücke findet.

In der weitern Verfolgung unseres Weges treten wir nunmehr aus dem Gebiete der Theorieen und Hypothesen, zu denen uns häufig die mangelhafte Erhaltung der Urthiere nöthigte, auf das Feld größtentheils vollkommen beglaubigter und unzweifelhafter Thatsachen. Man kann über die Genealogie der niederen Thiere, wie wir sie im Vorstehenden, den wahrscheinlichsten Ansichten folgend, dargestellt haben, abweichende Meinungen begründen, oder doch seine Ansicht zurückhalten; man kann die zwingende Gewalt der darüber auf-

gestellten Hypothesen leugnen, wenn man seine Freude daran hat, die Welt als unerklärliches, zusammenhangloses Chaos zu betrachten. Allein hinsichtlich der weiteren, durch zweifellose Dokumente beglaubigten Lebensfortschritte würde das Leugnen nichts helfen, denn hier steht die sehr gewichtige Thatsache fest, daß nur in den obersten, also jüngsten silurischen Schichten Reste von Fischen als der ältesten und einzigen Wirbelthiere jener Zeiten vorkommen, unendlich lange, bevor Reptilien-, Vögel- und Säugethierreste sich zeigen. Was hälfe es also, wenn man die zwingende Nothwendigkeit der Schlüsse, welche der Herrschaft der Trilobiten unvollkommnere Vorbereitungswelten vorausgehen lassen, abweisen wollte, die Thatsache, daß die unvollkommensten Wirbelthiere die frühen Vorgänger der höherstehenden Wirbelthiere sind, hat noch Niemand, der einen Blick in die Erdgeschichte gethan hat, zu bestreiten gewagt. Halb vollendet erst tritt das Wirbelthier in die durch Dokumente verbürgte Geschichte der Wesen ein.

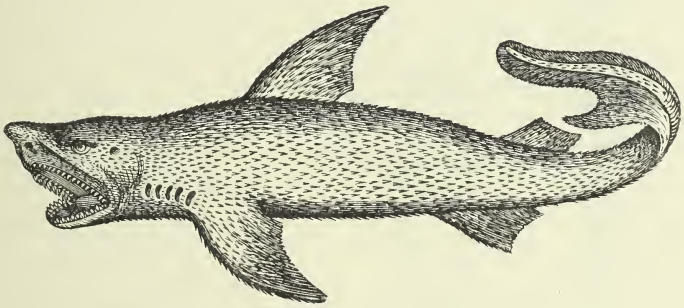


Fig. 271.
Der gemeine Jonashai mit fünf Kiemenspalten auf jeder Seite.

Jenen wurmähnlichen Rundmäulern ohne abgesetzten Kopf und Gliedmaßen waren gegen Ende der Silurzeit Wesen einer viel höhern Art gefolgt, die Urfische, welche bald die Herrschaft des Meeres an sich brachten. Der gallertartige Rückenstrang hat sich bei ihnen mit einer festeren knorplichen Scheide umgeben und eine obere Falte dieser Scheide das Rückenmark sicher geborgen; hinter der provisorischen Hirnschale beginnt die Trennung dieses Knorpelstabes in deutlich gesonderte Wirbeltheile. Aus dem bei den Acraniern zum Kiemenkorb umgewandelten vordern Theile der Darmröhre war ein von Knorpelstäben gestütztes äußeres Kiemengerüst entstanden und eine innere Ausstülpung dieser Röhre zu einem beliebig mit Luft füllbaren Sacke (der Schwimmblase) erlaubte eine willkürliche Veränderung des Körpergewichtes, um dem Thiere dadurch, wie die leeren Kammern seiner Schale dem Nautilus, einen Besuch der verschiedenen Wassertiefen zu erleichtern. Die vordersten Kiemenbögen hatten sich zu einem Ober- und Unterkiefer umgewandelt und der auf diese Weise entstandene Nachmund trat an die Stelle des ursprüng-

lichen Saugmundes der Rundmäuler, welcher sich geschlossen hatte, aber im Embryonalleben mancher alten Formen noch heute wiederkehrt und der Bildung des Kiefermundes vorausgeht. Ebenso hatte sich das vordere einfache Röhrenherz, welches nur eine Erweiterung der Hauptader war, in zwei Kammern durch eine Querwand geschieden, und auch die Verdauungs-Organe mannigfache Vervollkommnungen erfahren. Wir besitzen von jenen Urfischen, da ihr Knorpelskelet zur Erhaltung noch nicht geeignet war, nichts als zahlreiche Reste von Zähnen und Flossenstacheln, die aber hinreichend sind, uns davon zu verständigen, daß jene Erstlinge des Fischreiches den Haifischen (Fig. 271) und Rochen unserer Meere in den meisten Stücken ähnlich waren, wie denn auch diese kein der Erhaltung fähiges Skelet und keine eigentlichen Fischschuppen besitzen. In ihnen hat sich mithin das Bild jener Urfische erhalten, und wir können uns durch ihren Anblick in jene frühen Zeiten zurückversetzen. Was uns am meisten an diesem Anblick zu erregen geeignet wäre, geht die äußere Gliederung an. Das einfache Nasengrübchen der Wurmfische (Unpaarnasen) hat sich verdoppelt und zu der nunmehr mehrfach unterbrochenen Rückenflosse, welche bei jenen vom Rücken über den Schwanz hinaus zum Bauche lief, haben sich zwei vordere und zwei hintere Seitenflossen gesellt. Der Körper ist dadurch noch entschiedener zweiseitig symmetrisch geworden und hat endlich die Gliederung gewonnen, welche er im Allgemeinen allen höhern Wirbelthieren vererbt hat. Wie wir im Sanskrit die Wurzelstämme unsrer Sprache wiedererkennen, so dürfen wir, auf die Seitenflossen der Fische blickend, mit einer ebenso festen Ueberzeugung

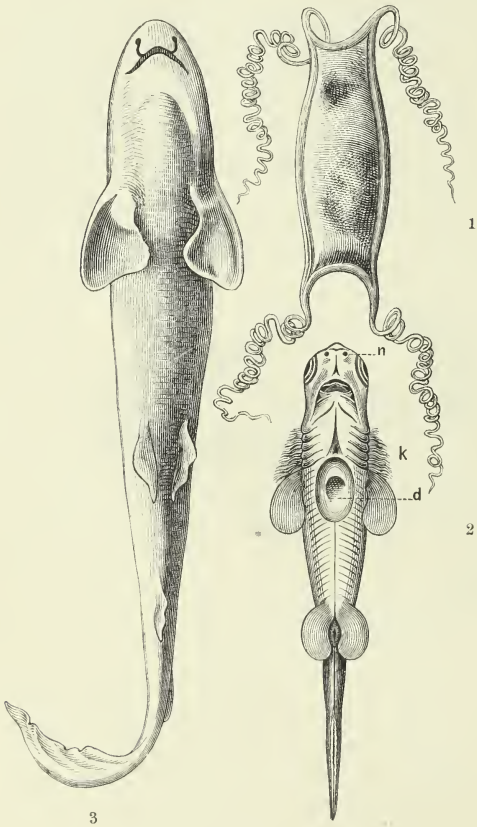


Fig. 272.
Entwicklungszustände der Haie.
1, 3 Taschenförmiges Ei und älteres Junge vom Katzenhai. 2 Ganz junger Embryo eines andern Hai's (Scymnus lichia) von der Bauchseite. n Nasenlöcher. k Fünf äußere Kiemenbüschel. d Grundfläche des weggenommenen Dottersacks.

wie der Lieutnant Cassio sagen: das ist meine rechte Hand und das ist die linke. Diese bei aller sonstigen Unähnlichkeit mit dem höheren Wirbelthier bereits im Fischkörper hervorbrechende Uebereinstimmung der wesentlichen Gliedtheile hatte ohne Zweifel schon Anaximander von Milet nach ihrer wahren Bedeutung gewürdigt, als er lehrte, daß die Menschen von den Fischen abstammen. Vielleicht war es, wie Plutarch in Erwägung zieht, eine gewisse Pietät vor diesem Stammvater, welche die Pythagoräer veranlaßte, Fischfleisch zu meiden. Die Erkenntniß der hintern Seitenflossen der Fische als Andeutungen der Hinterbeine des höhern Wirbelthiers läßt uns die gewöhnliche Darstellung der Meluſine und sonstiger Fischmenschen, deren Beine in geschuppte Hinterglieder ausgehen, als künstlerischen Mißgriff erkennen; die Darstellung der Derceto mit einfachem Fischkörper traf darin das Richtigere.

Um den immerhin erheblichen Sprung von den Rundmäulern zu den knochenlosen Urfischen oder Selachiern zu verstehen, ist es sehr nützlich, einen Blick auf die Entwicklungsgeschichte dieser Thiere zu werfen. Die Fortpflanzungsweise der Haie und Rochen ist eine sehr verschiedene; einige, wie der Katzenhai unsrer Aquarien, legen eigenthümlich gestaltete und mit Fäden versehene, taschenförmige Eier (Fig. 272$_1$), die sie an Algen und Klippen befestigen, und in denen man bald darauf die Jungen durch die halb durchsichtige Hülle hindurch lebhafte Turnbewegungen ausführen sieht; bei andern schlüpfen die Jungen, wie schon Aristoteles wußte, bereits im Mutterleibe aus, und diese Fische erscheinen darum als lebendig gebärend. Aber bei allen aus Eiern ausschlüpfenden oder lebendig geborenen Jungen der verschiedensten Selachier-Gattungen und Arten hat man eine sehr merkwürdige Einrichtung bemerkt: sie sind mit äußern Kiemen versehen, die aus den 5—6 Kiemenöffnungen hervorschauen (Fig. 272$_2$). Diese bei andern Fischembryonen fehlende Eigenthümlichkeit ist wichtig, weil sie bei den Amphibien wiederkehrt und andeutet, daß die jetzigen Haie und Amphibien gemeinschaftliche Ahnen besaßen, die lebenslang mit derartigen äußern Kiemen versehen waren. Im Gegensatz zu den meisten der heute lebenden Fische sehen wir die Selachier dadurch in die Ahnenreihe der höhern Wirbelthiere eintreten,

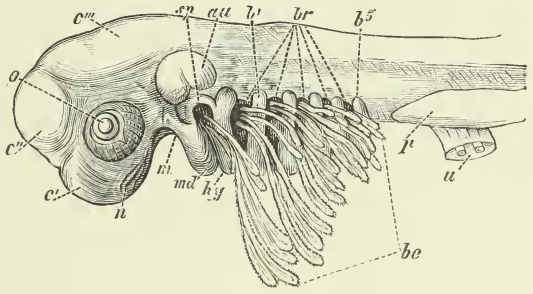


Fig. 273.

Vordertheil eines sieben Wochen alten Embryo von Raja maculata.$^{11}/_1$. Nach Parker. c' c″ c‴ Gehirnblasen. o Auge. n Riechgrube. m Mundgrube. au Gehörsack. md Unterkieferbogen. ky Zungenbeinbogen. b^1, b^5 Erster und fünfter Kiemenbogen. br Die fünf Kiemenspalten. bo Die äußeren Kiemen. p Falte, aus welcher die Brustflosse sich bildet. u Nabel. sp Falte zwischen Unterkiefer und Zungenbein, späteres Spritzloch.

und dieser Umstand verlangt, daß wir uns einen jungen Rochen-Embryo (Fig. 273) noch etwas genauer ansehen. Wir bemerken hier fünf oder eigentlich sieben knorpliche Kiemenbögen, von denen aber der vorderste bereits zum Unterkiefer umgestaltet ist, und mit dem nächsten, dem Zungenbeinbogen, das spätere Spritzloch bildet, welches, obwohl noch ein paar Kiemenfäden heraushängen, nicht mehr zu den Kiemenlöchern gerechnet wird. Die von ihnen begrenzten, beiderseitigen, beim Hai (Fig. 271) bleibenden Kiemenspalten sind dadurch merkwürdig, daß sie in einem frühen embryonalen Stadium aller spätern Thiere bis zum Menschen herauf als sogenannte Visceralspalten wiederkehren, also auch bei denjenigen Wirbelthieren, die in keinem Stadium ihres Lebens mehr durch Kiemen athmen. Der Grund dieser Wiederkehr liegt offenbar darin, daß diese Kiemenbögen zu wichtigen Theilen des Kopfgerüstes umgebildet worden sind, wie denn aus einigen der vordersten Bögen Oberkiefer und Unterkiefer entstehen, durch deren Besitz sich die Urfische so wesentlich von den Rundmäulern unterscheiden und darnach mit allen höhern Thieren jenen als Kiefermündige (Gnathostomi) entgegengestellt werden. Auch noch eine andere wichtige Eigenthümlichkeit des Baues der höhern Wirbelthiere leitet sich von dieser Anlage der meist fünf Kiemenspalten der Urfische ab, nämlich die fünf Aorten-Bogenpaare derselben. Diese Adern steigen bei den Urfischen beiderseits zwischen den Kiemenspalten an den Kiemenbögen empor, umfassen den Schlund und haben so die ihnen gebliebene Anordnung weit vor der Vervollkommnung anderer Körpertheile erlangt.

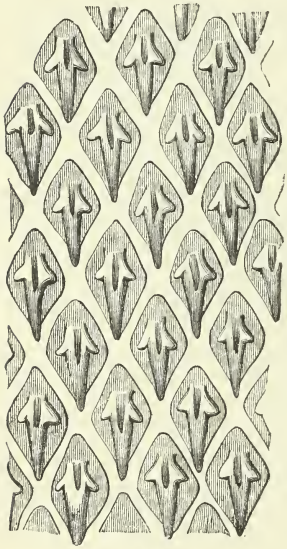


Fig. 274.
Hautschuppen eines Haifisches (Centrophorus calceus). Schwach vergrößert. Nach Gegenbaur. Auf jedem rautenförmigen, in der Lederhaut liegenden Knochentäfelchen erhebt sich schräg ein dreispitziges Zähnchen, wie es lange der Grundtypus der Fischzähne blieb.

Wenn man diese knochenlosen Urfische mit dem gewöhnlichen, von den Karpfen und Hechten unsrer Teiche entnommenen Fischbegriffe vergleicht, so finden sich schon im Aeußern mannigfache Unterschiede. Zuerst der Mangel an Schuppen. Dann fällt auf, daß das Maul nicht wie bei diesen an der Spitze des Kopfes lag, sondern so zu sagen unter dem Kopf, wo die Quermäuligkeit gegenüber der früheren Rundmäuligkeit der Unpaarnasen nur um so auffallender zu Tage tritt. Oeffnen wir diesen berüchtigten Rachen des Hais, so starren uns die von den Matrosen gefürchteten, mehrfachen Reihen spitzer Zähne wie drohende Soldaten-Colonnen entgegen. Auch diese Errungenschaft, die beiden Perlreihen unsres Mundes sind also eine Erbschaft von den

ältesten, am ganzen Körper, wie der oben abgebildete Hai (Fig. 271) in Chagrin gekleideten, d. h. rings mit kleinen Zähnen gepanzerten Urfischen. Indem diese bezahnte Haut (Fig. 274) auch die innern Flächen der in Kiefer verwandelten, vordern Kiemenbögen überkleidete, entstand die bei vielen Haien sehr dichte Bewaffnung des Mundes mit spitzen Zähnen. (Fig. 275.) Da von ihnen die zwar zahnärmeren, aber sehr vervollkommneten Gebisse der jüngern Wirbelthiere abzuleiten sind, so können wir aus den unzähligen Haifischzähnen der silurischen und devonischen Schichten beweisen, daß die Zähne früher als die Knochen entstanden sind, und in der That zeigen sie sowohl durch ihren Bau, als durch ihre Schmelzbekleidung und ihre von derjenigen der Knochen getrennte Entwicklung an, daß sie andern Ursprungs sind, umgebildete Fischhautzähne. Bei den Haien bedecken sie ihrem Ursprunge gemäß oft auch den Gaumen und Schlund, ja selbst die kurze Zunge und treten in mehreren Reihen hintereinander auf, Verhältnisse, die sich bei mehreren näheren Nachkommen der Urfische, bei Amphibien und selbst noch bei einigen Reptilienarten wiederholen, bei denen ebenfalls mehrfache Zahnreihen und Gaumen-Zähne vorkommen.

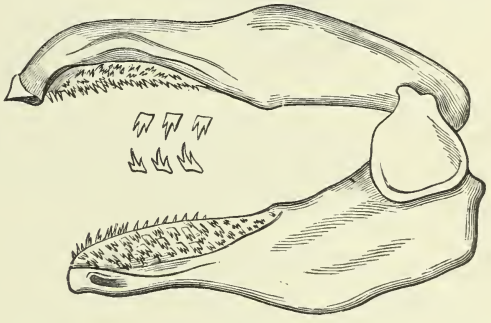


Fig. 275.
Zähne und Kiefer des Katzenhai.

Ebenso wie die Zähne, sind, nebenbei bemerkt, auch die Speicheldrüsen als umgeformte Oberhautgebilde, den Schweißdrüsen vergleichbar, zu betrachten.

Nächst der Mundbildung fällt nichts in der äußern Gestalt der Urfische mehr auf, als die abweichende Bildung der Schwanzflosse. Das Ende der

Fig. 276.
Heterocerker und homocerker Fischschwanz.

Wirbelsäule ist nämlich bei ihnen stets aufwärts gebogen und trägt nur unterwärts größere Flossenstrahlen, die aber theilweise so verlängert sind, daß sie mit dem aufwärts gebogenen Schwanzende eine ähnliche schwalbenschwanzartige Figur bilden, wie die gleichseitige Flosse der höhern Fische. (Fig. 276.) Sie blieben mit einem Worte ihr ganzes Leben hindurch knochenlos, unter-

mäulig und schiefschwänzig (heterocerk), Bildungen, die bei den höhern Fischen nur noch vorübergehend in ihren Jugendzuständen wiederkehren.

Mit den Selachiern gleichzeitig und ihnen allem Anschein nach auf's nächste verwandt, erscheint im Obersilur eine Gruppe sehr fremdartig aussehender Fische, die nach den großen Panzerplatten mit denen ihr Körper

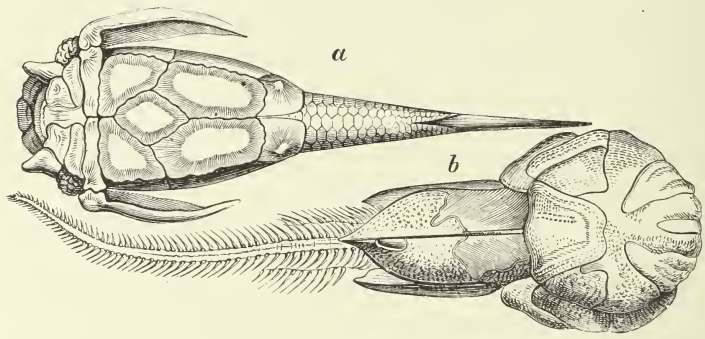


Fig. 277.
a Pterichthys cornutus (Flügelfisch). b Coccosteus decipiens.
Aus dem alten rothen Sandstein Schottlands.

ganz oder theilweise bedeckt war, Panzerfische (Placoiden) genannt werden. Bis zu dreißig Fuß lange und selbst in ihren Flossen überpanzerte Riesen dieses Geschlechtes tummelten sich in den devonischen Meeren, spielten damals allem Anscheine nach eine bedeutende Rolle und mögen bald den Riesenkrebsen die Oberherrschaft abgenommen haben. In ihren versteinerten Resten erinnern

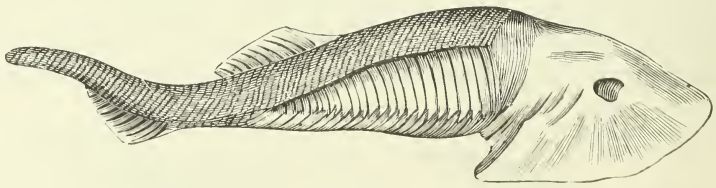


Fig. 278.
Cephalaspis Lyellii. Aus dem alten rothen Sandstein Schottlands.

sie oftmals an über und über geharnischte Ritter, mit unförmlichem Helm und niedergelassenem Visir auf dem Kopfe. (Fig. 277 u. 278). Man hat sonst mit Hertwig angenommen, daß die größeren Panzerplatten durch Verwachsung der einzelnen, die Hautzähne tragenden Placoidschuppen (Fig. 274) selachierähnlicher Ahnen entstanden seien, aber O. Baume hat einzelne Gründe dafür beigebracht, daß die Sache auch umgekehrt sein könnte, daß nämlich derartige Panzerfische die ältesten Formen gewesen sein möchten, von denen auch die Selachier abgeleitet werden müßten, und daß die kleineren

Schuppen und Zahnschuppen vielmehr durch Zurückbildung und Auflösung der Panzer in kleinere Elemente, die in Wechselwirkung mit der allmäligen Ausbildung des inneren Skelets zu denken wäre, entstanden seien. Diese Frage ist nicht so wichtig, als sie scheint, denn am Körper verschiedener Panzerschiffe sehen wir neben den großen Platten kleinere Schuppen und bei Cephalaspis (Fig. 278) ist nur noch der Kopf mit großen Platten bedeckt, der übrige Körper aber mit rhombischen Schuppen. Man rechnet die Panzerfische gewöhnlich zu der von L. Agassiz aufgestellten Klasse der Schmelzfische oder Ganoiden, so genannt nach einem Schmelzüberzuge, der bei ihnen die Schuppen bedeckt. Sie sollte eine Art Uebergangsgruppe von den Selachiern zu den jüngeren Knochenfischen darstellen, aber neuere Untersuchungen haben gezeigt, daß in ihr die verschiedensten Elemente gemischt sind. Doch ist es zur Zeit nicht angängig, der Gruppe eine bessere Anordnung zu geben, da die in

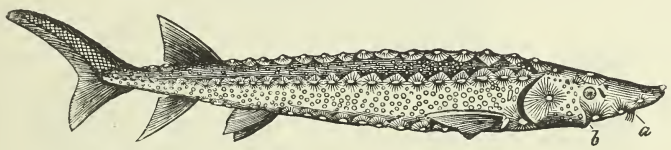


Fig. 279.
Stör (Acipenser sturio). a Bartfäden. b Querliegende Maulöffnung.

der Mehrzahl fossilen Glieder ihrer Organisation nach, nicht hinreichend genau bekannt sind. Vielfach war bei ihnen, wie bei den Haien, die gesammte innere Mundfläche mit Zähnen ausgekleidet, dagegen unterscheiden sich die Kiemenöffnungen dadurch, daß sie näher an einander gerückt und (wie bei allen höheren Fischen) mit Kiemendeckeln versehen sind. Bei den jüngeren Ganoiden sind die großen Panzerplatten ganz verschwunden und nur in den Stören (Fig. 279), welche uns den Caviar und die Hausenblase liefern, hat sich ein Zweig alter Formen erhalten, deren Körper mit einigen Reihen größerer Schmelzschuppen bedeckt ist.

Aus den Panzerfischen, vielleicht auch direct aus den rautenschuppigen Selachiern hat sich der Zweig der eckschuppigen Schmelzfische (Rhombiferi) entwickelt, die sich durch ihre meist streng rhomboidalen Schuppen sehr auffällig von den meisten jetzt lebenden Fischen unterscheiden. In allen möglichen Gestalten und in großer Zahl bevölkerten sie die Gewässer der Primärzeit und der älteren Sekundärzeit, heute bis auf wenige Formen der afrikanischen und nordamerikanischen Flüsse, dem Flossenhecht (Polypterus) und dem Knochenhecht (Lepidosteus) ausgestorben. In der Entwickelung des letzteren hat A. Agassiz in neuerer Zeit interessante Larvenformen entdeckt, die an Zustände der Haien und sogar der Rundmäuler erinnern. Der mit dem Dottersack ausgeschlüpfte Fisch ist nämlich an der Spitze des Kopfes mit einer Saugscheibe versehen, mittelst welcher er sich in den ersten Tagen nach

dem Ausschlüpfen an Steinen u. s. w. festsaugt, wie die Rundmäuler, und die bald verschwindet, während der Fisch seine vollkommene Gestalt gewinnt. Der Knochenhecht bewahrt gleich dem Stör, dessen Larven ebenfalls eine Art Saugmund, sogar mit Andeutungen von Hornzähnen wie die Neunaugen haben, zeitlebens die für die älteren Fischgeschlechter typische heterocerke Schwanzflosse, während ein naher Verwandter desselben, der einem Riesenkarpfen von zwei Meter Länge gleichende Lepidotus maximus (Fig. 280) schon zu der Zeit, in welcher der lithographische Schiefer von Solenhofen abgelagert wurde, die regelmäßige Schwanzflosse der jüngeren Fische besaß. Schon aus diesem Umstande geht hervor, daß man die Ganoiden nicht als einheitliche Klasse hinstellen kann, und ebenso bietet das Skelet keine übereinstimmende Bildung, denn während es bei der Mehrzahl der Ganoiden noch knorplich und unverknöchert blieb, ist bei andern, z. B. bei den beiden oben genannten Arten die Verknöcherung bereits ziemlich weit vorgeschritten. Bedenkt man, daß sich unter den älteren Ganoiden außerdem Formen befanden, die deutlich zu den Doppelathmern und Amphibien hinüberleiten, auf die wir bald zu sprechen kommen, so muß man anerkennen, daß unter diesem Namen nicht eine einheitliche Gruppe, sondern vielmehr mannigfache Entwicklungsreihen zusammengefaßt werden, die in ihren Anfängen nahe an die Selachier anschließend, theils zu den höheren Wirbelthieren, theils zu den Knochenfischen und theils zu Formen führten, deren Skelet zwar mehr oder weniger verknöchert ist, die aber in den meisten übrigen Eigenthümlichkeiten noch den alten Ganoiden gleichen.

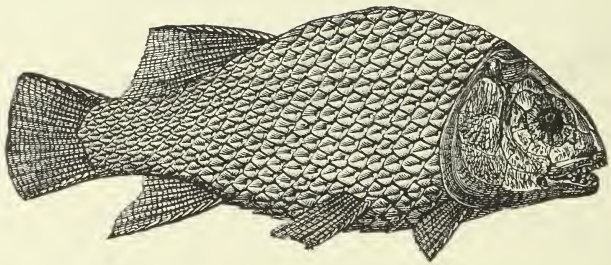


Fig. 280.
Lepidotus maximus (restaurirt).

Einer Nebenlinie der Eckschupper, den rundschuppigen Schmelzfischen (Cycliferi), von der heute nur noch in dem Kahlhecht (Amia) der nordamerikanischen Flüsse ein Vertreter übrig ist, scheint sich der in der Jurazeit zuerst in zweifellosen Gliedern erschienene Zweig der Knochenfische (Teleostei), dem die große Mehrzahl der heute lebenden Fische angehört, zu entstammen. Von den Ganoiden zu den Knochenfischen fortschreitend, kann man Schritt für Schritt der bei den letzteren vollendeten Verknöcherung der

Wirbelsäule folgen. Wenn wir diesen Verknöcherungsvorgang ganz allgemein fassen, wie er sich in der Reihe der Fische, Amphibien, Reptile, Vögel und Säuger vollendete, so müssen wir uns erinnern, daß das Rückgrat ursprünglich durch einen bloßen Gallertstrang dargestellt wurde, der sich mit einer Scheide aus Knorpelsubstanz umgab. Diese Scheide bildete allmälig Knorpelfortsätze nach oben, unten und den Seiten, die sich oben immer fester zu einer Rückenmarksscheide zusammenschlossen, während die unteren Blutgefäße aufnahmen, die seitlichen aber Stützpunkte für den Ansatz von Gräten und Rippen ergaben. In diesen einfachen oder bogenförmigen Fortsätzen der Rückenstrangsscheide begann die Verknöcherung der Knorpelmasse zuerst, gleichzeitig aber schob sich Knochengewebe in den Rückenstrang selbst hinein, welches dort, wo sich früher Andeutungen einer Quertheilung in Wirbel gezeigt hatten, zuerst Ringe, dann Scheiben aus Knochenmasse bildete, bis schließlich der ganze Wirbel verknöchert und die ursprüngliche Gallertmasse des Rückenstranges nur noch als Zwischensubstanz der einzelnen Wirbel übrig geblieben war. Die Form der einzelnen Wirbel blieb bei den Fischen an ihren Berührungsflächen eine beiderseits tellerförmig ausgehöhlte.

Hinsichtlich der fortschreitenden Verknöcherung des Skeletts haben die Untersuchungen Köllikers und anderer Forscher ergeben, daß es sich dabei um den Ersatz des ursprünglich und bei den niedern Thieren allgemein die Stelle der Knochen vertretenden Knorpel- und Fasergewebes mit Kalkeinlagerungen, durch vollständig neue, leistungsfähigere Gewebe handelt. In den Skelettheilen der Rundmäuler und Urfische findet sich zuweilen eine das Gewebe härtende Ablagerung von Kalksalzen, aber niemals eine Spur von echtem Knochengewebe. Selbst die harten Flossenstrahlen der Haie und ihre gezähnten Hautschuppen enthalten kein Knochengewebe, sondern nur jenes röhrige Fasergewebe, welches den Hauptbestandtheil der Zähne bildet, das Zahnbein (Dentin). Die demselben eigenthümlichen Röhren und Fasern bilden auch das Innenskelett vieler höheren Fische, während das eigentliche, aus spindelförmigen und sternförmig verästelten Zellen bestehende Knochengewebe, welches im Skelette der über den Fischen stehenden Wirbelthiere niemals fehlt, durchaus nicht bei allen „Knochenfischen" ausgebildet ist und im besten Falle noch ein Gemisch von Zahnbein und echten Knochenzellen (Osteodentin) zu sein pflegt. Daß in diesem Entwicklungsgang das unvollkommene Gewebe durch ein leistungsfähigeres ersetzt worden ist, lehrt auch die Entwickelung der heute lebenden Thiere, bei der es sich nicht etwa, wie man früher glaubte, um eine einfache Umwandlung des zuerst an Stelle der Knochen auftretenden Knorpel- und Bindegewebes durch eine Verkalkung u.s.w. handelt, sondern um einen vollständigen Ersatz desselben durch neue Gewebe. Indem die Dentinzellen an die Stelle des Knorpel- und Bindegewebes, und die echten Knochenzellen an die Stelle des Zahnbeins treten, werden die

vorher gebildeten Gewebe wieder aufgelöst und die Neubildungen nehmen ihren Platz ein.

Von den innern Organen der Fische verdient unsere besondere Aufmerksamkeit die Schwimmblase, welche in ihrem Ursprunge als eine Ausstülpung des Verdauungsrohrs bezeichnet werden kann. Man glaubte sonst, daß den Urfischen (Selachiern) die Schwimmblase gefehlt habe, allein sie ist nur bei den ausgewachsenen, jetzt lebenden Haien und Rochen zurückgebildet, aber in den Embryonalzuständen derselben deutlich als ein bei ihren Ahnen vorhandengewesenes Organ erkennbar. Bemerkenswerth ist, daß sie bei den Ganoiden in offener Verbindung mit dem Darmrohr blieb, während sie sich bei den Knochenfischen vielfach vollkommen abschloß. Die Schwimmblase ermöglicht den Fischen, durch eine Zusammendrückung derselben ihr specifisches Gewicht zu vermehren und so leichter verschiedene Tiefen zu besuchen. Werden sie dann aus großen Tiefen hervorgezogen, so zerspringt die Schwimmblase wohl mit einem Knall, indem sich die in ihr eingeschlossene comprimirte Luft plötzlich ausdehnt und den Fisch sprengt. Nebenher unterstützt sie bei manchen Fischen in sehr erheblicher Weise die Athmung, und wir werden sehen, daß sie das Mittel wurde, durch welches sich niedere Fische gänzlich der Luftathmung anpassen konnten. Mit dieser vermehrten Inanspruchnahme hängen die mancherlei Ausstülpungen, Sack- und Taschenbildungen zusammen, welche die Schwimmblase bei manchen Fischen annimmt. (Fig. 281) Beim Trommelfisch (Pogonias Chromis) soll die Schwimmblase zur Erzeugung der dumpfen vibrirenden Töne dienen, die bis zu den Ohren der Fischer und Schiffer dringen, wenn die Umberfische, zu denen auch der Seerabe (Corvina) gehört, zur Zeit ihrer Liebeswerbungen in Schaaren sich zusammenfinden.

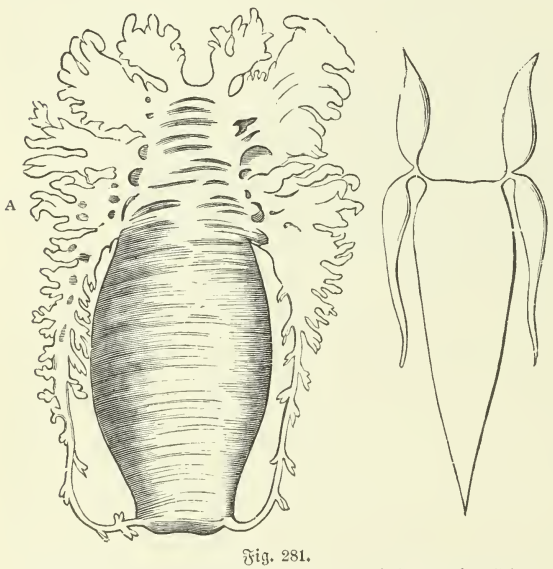


Fig. 281.
Schwimmblase des Trommelfisches (A) und des Seeraben (B).

Ueber den allgemeinen Gang der Fischentwicklung in der Zeit läßt sich in kurzen Zügen Folgendes sagen: In einem ziemlich gleichen Schritte mit der allmäligen Verknöcherung des Skeletts fand in der äußern Panzer-

bekleidung eine Rückbildung statt. Die großen Platten wurden durch zahlreichere kleinere ersetzt, welche sich schließlich dachziegelförmig deckten und das Thier jedenfalls beweglicher machten. Das Maul rückte von der Unterseite mehr und mehr nach vorne und trat zuletzt an die Spitze des dadurch verlängerten Kopfes. Am Schwanzende verkümmerte der aufwärts gebogene Theil der Wirbelsäule nach und nach gänzlich, und die Flossenstrahlen breiteten sich nun zu der gleichseitigen (homocerken) Schwanzflosse aus, welche die meisten Fische unserer Zeit zeigen. Da aus mittleren Epochen die Fischversteinerungen häufig sind, so kann man die Umbildung der äußern Gestalt, mit welcher eine Verwandlung der innern Organe verbunden war, schrittweise verfolgen. Es zeigt sich, daß sich unter den Schmelzfischen solche befanden, die in allen Punkten die Uebergangsglieder von den knochenlosen Urfischen zu den echten Knochenfischen waren, wobei vielerlei Ganoidenzweige zu ebenso vielen Teleostier-Stämmen hinüberführten. Man kann mit einer gewissen Berechtigung sagen, daß der Fisch mit der Umwandlung in einen Knochenfisch das höchste Ziel seiner besondern Organisation als Wasser-Wirbelthier erreicht hat, und daß seit der Kreidezeit nur Wiederholungen und Umbildungen innerhalb des gegebenen Umrisses stattgefunden haben, ohne daß wesentliche Theile dabei verändert worden wären. Der Typus selber ist mit dem Skelete gleichsam verknöchert, und die Natur begnügt sich seitdem mit Wiederholungen. Wie wir bei den höchsten Algen sagen konnten, in ihnen scheine die Kraft des Salzwassers hinsichtlich der Umbildung der Pflanzen-Natur erschöpft, so kann man annehmen, daß in den Knochenfischen Alles verkörpert ist, was das Wasserleben für sich aus dem Wirbelthier machen konnte.

In der That ist die Mannigfaltigkeit der Gestalten in ihrem Kreise, auf die wir hier nicht näher eingehen können, außerordentlich, und zu den länger bekannten merkwürdigen Gestalten der Meeresoberfläche haben die Tiefseeforschungen der Neuzeit noch eine bedeutende Nachlese abenteuerlicher Gestalten geliefert. Nur einiger den Fischen ganz eigenthümlicher Bildungen sei hier noch mit wenigen Worten gedacht. Dem Riechorgan der Nase, welches den Fischen eines der wichtigsten Organe sein dürfte, wofür auch die mächtigen Riechlappen des Gehirnes sprechen, haben sich in der Haut vieler Fische, z. B. der Störe, Kahlhechte, Barsche, Schleien, Meeräschen u. s. w. eigenthümliche *becherartige Sinnesorgane* beigesellt, die wahrscheinlich Geschmacksorgane sein dürften, da sie sich häufig auf den Fühlfäden, die den Mund umstehen und mitunter zu Angelorganen umgebildet sind, angesiedelt haben. Diese Organe scheinen bereits sehr alte Erwerbungen zu sein, denn sie finden sich (durch Vererbung?) auch in der Haut gewisser Amphibien, die von sehr alten Fischen abstammen. Bei einer andern Klasse von Knochenfischen, namentlich aus den Familien der Scopeliden und Sternoptychiden finden sich an der Unterseite Reihen perlmutterglänzender Augenflecke,

die man, da sie mit Nerven versehen sind und sich zum Theil auch auf den Kopf in der Nähe der wirklichen Augen finden (Fig. 282) für Nebenaugen hielt. Neuere Untersuchungen von Ussow, Leydig und Willemoes-Suhm haben aber dargethan, daß es Leuchtorgane sind, und der Schreiber dieser Zeilen hat dann darauf aufmerksam gemacht, daß ihr Bau demjenigen verbesserter Laternen mit Hohlspiegel und Linse gleicht. Das sternhelle Licht dient ihnen, wie wir später erfahren werden, wahrscheinlich als Schreckmittel.

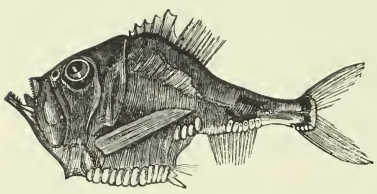


Fig. 282.
Sternoptyx hemigynnus aus dem Mittelmeer.

Von einem ungewöhnlichen Interesse sind die elektrischen Fische, bei denen sich die elektrischen Ströme, die durch den differenzirten Bau der Gewebe geweckt, bei allen Thieren mit entwickelter Muskelsubstanz vorkommen, zu einer solchen Stärke auffammeln, daß sie als Vertheidigungswaffe dienen können, und vielleicht zur Betäubung der Beute gebraucht werden. Babuchin hat durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen gezeigt, daß diese Organe in den verschiedensten Theilen der Fische durch Umbildung gewöhnlicher Muskelfasern gebildet werden, und daß es darunter sehr stark wirkende und andere giebt, die trotz ähnlichen Baues nur sehr schwache oder kaum merkliche Ströme erzeugen, die man deshalb pseudoelektrische Organe genannt hat. Letzteres sind wahrscheinlich beginnende oder rudimentäre elektrische Organe, deren Strom nur sehr kleine Thiere lähmen kann. Aehnliche Organe finden wir bei keinem Landthiere und der Grund ist offenbar der, daß nur das den elektrischen Strom leitende, feuchte Element die Ausbildung eines solchen Vertheidigungs- und Kampfmittels fördern konnte, da es nur in ihm zur Wirkung kommen konnte. Die elektrischen Organe der Zitterrochen, Zitteraale, Zitterwelse und anderer elektrischer Fische scheinen durchaus unabhängig von einander entstanden zu sein, da sie nach Lage und Bau wenig Homologieen bieten.

Die Veränderungen der äußern Gestalt sind, wie gesagt, außerordentlich groß, bald ist der Körper ganz gedrungen, fast kuglig, bald schlangen- oder bandförmig gestreckt u. s. w. Der Kopf verlängert sich manchmal zu Röhren-, Sägen- oder Hammergestalt und bei den Plattfischen oder Seitenschwimmern (Pleuronektiden), zu denen Seezunge, Scholle und Flunder gehören, ist sogar die allen Wirbelthieren gemeinsame zweiseitige Symmetrie in Frage gestellt worden. Da diese Fische nämlich wegen ihres ungewöhnlichen Höhenwuchses bei größter Schmalheit nicht wie andre Fische ein Schwimmen mit dem Rücken nach oben, und ein Ruhen auf dem Bauche aushielten, wobei noch der Mangel einer Schwimmblase hinzukam, um ihnen das Schwimmen überhaupt zu erschweren, so haben sie sich gewöhnt, stets

auf einer und derselben Seite zu ruhen und zu schwimmen und dadurch ist bei ihnen bald die rechte, bald die linke Seite zur bleibenden Oberseite ausgebildet worden und hat auch das der Unterseite angehörige Auge zu sich herübergezogen, so daß nun beide Augen auf derselben Körperseite liegen, und der Mund zwischen ihnen in eine eigenthümlich schiefe Lage gelangt ist, auch mitunter nur auf der einen Seite Zähne trägt.

Ebenso wie der allgemeine Körperumriß haben sich bei andern Fischgeschlechtern auch die Flossen mannigfach umgebildet, und bei einigen Arten haben sich die Vorderflossen wie Fledermausflügel vergrößert und dienen den sogenannten fliegenden Fischen, vermöge einer Art von Lufttaschen zwischen den Flossenstrahlen zu Fallschirmen, die den Körper vor schnellem Fallen bewahren, wenn sie sich in langgedehnten Bögen über das Wasser schnellen. Bei den Labyrinth- und Kletterfischen haben die Kiemen, ähnlich wie bei den Landkrabben, eine Berieselungsvorrichtung empfangen, die sie befähigt, längere Zeit außerhalb des Wassers zu athmen und bei dem Viper- und Drachenfisch (Trachinus Vipera und Tr. Draco) hat sich sogar ein Stachel des Kiemendeckels zum Giftstachel ausgebildet, der wenn er sich bei Angriffen sträubt, mittelst einer Oberflächen-Rinne einen Tropfen der an seiner Basis befindlichen Giftblase in die von ihm hervorgebrachten Wunden ergießen kann.

Ein merkwürdiges Beispiel von Degeneration unter den Fischen bieten die Fierasfer-Arten, die einzigen Wirbelthiere, welche im Innern anderer Thiere leben. Sie sind aber nicht mehr, gleich den Rundmäulern, wirkliche Schmarotzer, sondern sie suchen im Innern anderer Thiere nur Schutz, wie der Einsiedlerkrebs im leeren Schneckenhause, ohne ihnen eine andere Nahrung zu entziehen, als solche, die mit dem Seewasser in ihren Körper gelangt. Am meisten werden Holothurien von ihnen bewohnt, und sie gelangen hinein, indem sie den Augenblick abpassen, wenn die Holothurie das zur Athmung gebrauchte Wasser durch den After herausstößt, was immer in bestimmten Pausen geschieht. Dann steckt der Fisch blitzschnell den schmalen Kopf in die Oeffnung, biegt den lang zugespitzten Schwanz herum und führt ihn neben dem Kopf ein, zieht den Kopf heraus, und benutzt dann die rhythmischen Erweiterungen, um in das Innere zu gelangen, woselbst er mitunter schon einen oder mehrere Mitbewohner findet. Dieser abnormen Lebensweise hat sein Körper sich völlig angepaßt. Der Schwanz hat sich zur langen Spitze verlängert, die Flossen, die ihn beim Eindringen hindern würden, sind bis auf einen geringen Rest der Bauchflossen ganz geschwunden. Natürlich ist er dadurch ein schlechter Schwimmer geworden, und muß sich, so lange er nicht in einem lebenden Thier Schutz finden kann, in allerlei Felshöhlen und Rissen verbergen, um nicht sogleich Raubfischen zur Beute zu fallen. Die Jungen des Thieres sind mit einem hängenden Organ am Kopfe ausgerüstet, welches vielleicht als Schreckmittel dient, da es sehr den Nesselfäden der

Quallen und Polypen gleicht. Die auffallendste Veränderung bietet aber vielleicht die Lage des Afters bei diesem Thiere. Derselbe ist ganz hoch am Rumpfe hinaufgerückt, damit der Fisch nur den Kopf aus der Holothurie herauszustrecken braucht, um seine Exkremente zu entleeren.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte solcher sich weit von dem Grundtypus ihres Geschlechts entfernenden Thiere bietet womöglich noch eine größere Anziehungskraft, als das der normalen Formen, denn wir können hierbei die Entstehung der Abweichung gleichsam schrittweis verfolgen. Wie in allen Abtheilungen der Thierwelt wiederholen die höchststehenden Fische in ihrer persönlichen Entwicklung beinahe die vollständige Geschichte ihres Stammes. In ihren jüngsten Zuständen gleichen sie den Rundmäulern, mit ungetheiltem Gallertrückenstrang, in welchem sich allmälig die einzelnen Wirbel abzutheilen anfangen. Wie jene haben sie dann eine einzige unpaarige Flosse, die über die ganze Länge des Rückens und die Schwanzspitze hinaus bis zum Bauche läuft. Während aber von ihr nur einzelne Stücke stehen bleiben, sprossen die Seitenflossen allmälig hervor. Die dem ursprünglichen Saugmund folgende Mundöffnung liegt selbst bei denjenigen Arten, die im erwachsenen Zustande eine sehr spitze, weit vorgestreckte Schnauze besitzen, anfangs unterhalb des stumpfen Kopfes, wo sie aus einer Kiemenspalte entstanden ist und rückt allmählig zur Kopfspitze vor. Die zuerst entschieden schiefe, heterocerke Schwanzflosse wird regelmäßig, und alle diese Veränderungen vollziehen sich, während das Knorpelskelet sich verknöchert. Mit einem Worte, der im Systeme am höchsten stehende Fisch muß in seiner persönlichen Entwicklung in kurzen Zügen die Umwandlungen wiederholen, welche Urfische und Schmelzfische in unendlichen Zeiträumen vollendet haben.

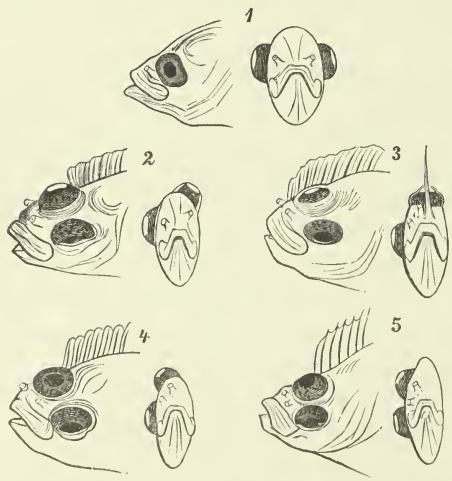


Fig. 283.
Schematische Darstellung der Wanderung des Schollen-Auges nach Benecke. (Die Profil-Ansichten sind als Spiegelbilder der Enface-Ansichten gedacht.)

Bei so unregelmäßig gebauten Fischen, wie es beispielsweise die Schollen sind, beginnen die seltsamsten Umwandlungen erst, wenn bereits alle Kennzeichen des höheren Knochenfisches hervorgetreten sind. Das Thier schwimmt dann noch wie alle anderen Fische mit dem Rücken nach oben, und hat nach jeder der beiden Seiten eins seiner Augen gewendet (Fig. 283 1). Aber dann beginnt das Auge der einen Seite zu wandern (Fig. 283 2). Bei

einer amerikanischen Flunderart (Pleuronectes americanus) sah A. Agassiz, wie das linke Auge allmälig aus der Höhle trat, sich nach vorn und oben verschob und über die obere Fläche des Stirnbeins zum rechten Auge hinüberwanderte. Das geht um so besser, als die Augen sehr frei beweglich sind und der Knochen zu dieser Zeit noch weicher Knorpel ist. Erst wenn das Auge die Mittellinie des Kopfes überschritten hat, wächst die Rückenflosse, gleichsam um ihm den Rückzug abzuschneiden, längs dieser Mittellinie aus und scheidet nun in Gemeinschaft mit der Afterflosse die augenlose Linke von der doppeläugigen Rechten. Während die augenlose Seite auf welcher der Fisch im Sand vergraben liegt, weiß bleibt, färbt sich die doppeläugige Oberseite dem Meerboden ähnlich, damit das Thier unerkannt auf Beute lauern kann, weshalb die Araber von den Schollen des rothen Meeres sagen, sie seien, auf der einen Seite gebraten, von einem Heiligen wieder in's Meer geworfen worden. Bei der von Steenstrup beobachteten Gattung Plagusia wächst die Rückenflosse schon vor der Wanderung des Auges aus und das Auge muß nun unter der Flosse hindurch gehen (Fig. 283 3), so daß es zur Zeit seiner Culmination nach beiden Seiten blicken kann und der Fisch einige Zeit dreiäugig erscheint. Die Entwickelungsgeschichte zeigt uns hier offenbar, welche seltsame Wandlung einst mit dieser Thiergruppe vor sich gegangen ist, und so bewährt sich, selbst unter den denkbar schwierigsten Verhältnissen jenes in der gesammten Lebewelt verfolgbare Entwickelungsgesetz, nach welchem jedes lebende Wesen die Zustände seiner Ahnen durchwandern muß.

XIII.

Zwischen Wasser und Land.

(Doppelathmer und Amphibien.)

Nichts bleibt selber sich gleich; es wechseln und wandeln die Dinge,
Alles verändert Natur und bringt es in andre Gestalten.
Ein Ding modert und liegt verzehrt vom kränkelnden Alter,
Wieder ein andres wächst und tritt hervor aus dem Dunkel.
Also verändert die Zeit die Natur des sämmtlichen Weltbaus
Und auch die Erde vertauscht beständig den vorigen Zustand,
Kann, was sie konnte, nicht mehr, und bringt, was sie sonst nicht gebracht hat.

Lucrez V. 817 ff.

Wir verlassen nunmehr das Reich des Neptun, in welchem alle Thier- und Pflanzenstämme ihre Wurzel hatten, ganz und gar; die höhern Wirbelthiere sind ebenso wie die höhern Gliedfüßler insgesammt Luftwesen, wenn sie auch zuweilen später das feuchte Element wiederum zu ihrem Aufenthalt gewählt haben. Lange bevor die Fische zu der vorhin beschriebenen Verknöcherung ihres Typus gelangt waren, vielmehr unter den ältesten paarnasigen Urfischen, zu denen wir also zurückzukehren haben, bahnte sich, wie es scheint, bei einzelnen Strandformen eine allmälige Anpassung an das Luftleben an. Dies konnte nur durch eine Umbildung ihres Athmungsapparats geschehen. Zwar wagen sich einige der höchsten Knochenfische ebenfalls für kurze Zeit an's Land, aber ihre Kiemen sind dann mit einer besonderen Tropfanstalt und einem Wassersystem versehen, durch welche sie beständig feucht gehalten und vor dem Zusammentrocknen geschützt werden. Die Kieme bildet ein vielverzweigtes Blutgefäßsystem, welches in das lufthaltige Wasser hineinragt, und die ältesten Fische scheinen, wie wir dies noch heute an jungen Haifischen beobachten können, wie die niederen Krebse, Ringelwürmer und Urinsekten aus den Kiemenspalten heraushängende äußere Kiemen besessen zu haben, während die höheren Fische ausschließlich durch innere Kiemen athmen. Bei

Urfischen, die am Ufer lebten, oder in seichtes Süßwasser übergesiedelt waren, konnte sich als nützlich herausstellen, neben dem Wasserathmungsapparat einen Luftathmungsapparat auszubilden. Ein solcher, ob aus Tracheen oder aus einer wirklichen Lunge bestehend, ist gewissermaßen die Umkehrung einer Kieme. Bei dieser setzt ein dünnhäutiges Röhrensystem das Blut in Gasaustausch mit dem lufthaltigen Wasser, bei jenen wird die Luft umgekehrt durch ein solches verzweigtes Röhrensystem in das Blutgewebe hineingeführt, in dem ersten Falle also umspült lufthaltiges Wasser das Blutgefäß, in dem letztern umspinnen die Blutgefäße den Luftstrom. Die Begegnung mit der reinen Luft erforderte einen stärkern Schutz gegen Austrocknung und darum verlegte sich der Gasaustausch in die innere Brusthöhle. Es war die im seichten Wasser ja ohnehin unnütze Schwimmblase des Urfisches, (ursprünglich eine Ausstülpung des Darmrohrs, welches bei einigen Fischen, wie z. B. bei dem bekannten Schlammpeitzger (Cobitis fossilis) normal als Athmungsorgan neben den Kiemen fungirt), die aus einem Neben-Athmungsorgan zum Hauptathmungsorgan umgewandelt wurde. Sie bildete sich zu einer Lunge um, die also anfangs neben den Kiemen bestand und mit ihnen abwechselnd die Athmung vollführen konnte. Man nennt diese ältesten Ansätze zur Amphibien-Natur Doppelathmer (Dipneusten) und nimmt an, daß sie sich in der devonischen Zeit aus den Urfischen hervorgebildet haben. Da sie eben so wenig ein knöchernes Gerüst besaßen, wie die Urfische, und die Umbildung nur Weichtheile des Körpers betraf, so würden wir, ihre Existenz nur ahnen können, wenn nicht auch hier drei letzte Stammhalter bis zu dem Gebrauch des anatomischen Messers ausgehalten hätten, die erst in der neueren Zeit in drei verschiedenen Erdtheilen entdeckt wurden. Der eine derselben, Ceratodus Forsteri (Fig. 284), welcher erst 1870 von Krefft in den Sümpfen des südlichen Australien aufgefunden worden ist, bietet ein doppeltes Interesse dar. Dieses bis sechs Fuß lange Thier, welches durch sein eigenthümliches Gebiß (Fig. 285) längst bekannten fossilen Resten (Fig. 286) an die Seite gestellt werden konnte, gleicht nämlich den ältesten rundschuppigen Urfischen außerordentlich, es hat wie einige von diesen, federförmige Seitenflossen mit schuppentragendem Schafte, und gegenüber den andern amphibischen Thieren eine einfache Lunge, wie sie natürlich aus der einfachen Schwimmblase zunächst hervorgehen mußte. Da-

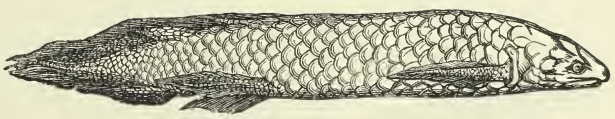


Fig. 284.
Ceratodus Forsteri aus Queensland (Australien).

Fig. 285.
Unterkiefer von Ceratodus mit einem einzelnen Zahn jederseits.

gegen haben zwei andere noch lebende Doppelathmer, die etwas jünger sein mögen, nämlich der amerikanische und der afrikanische Molchfisch (Lepidosiren paradoxa und Protopterus annectens) eine paarige Lunge, wie alle höhern Wirbelthiere mit Ausnahme derjenigen, wo der eine Flügel sich wieder zurückgebildet hat. Alle drei Doppelathmer sind den Fischen äußerlich viel ähnlicher als den Amphibien, und unter den Systematikern herrscht ein erbitterter Streit, ob sie den einen oder den andern zuzuzählen seien; ein Streit, dessen Möglichkeit den besten Beweis für ihre wahre Mittelstellung und Uebergangs-Natur bildet, und allein dadurch erfreulich ist. Der Kopf ist, wie bei den echten Fischen im Allgemeinen, nicht vom Rumpfe abgesetzt, die Schuppen und Flossen sind unverändert, die Wirbel haben die Form der echten Fischwirbel. Allein ihre Lebensweise ist vollkommen amphibisch. Im Winter, der tropischen Jahreszeit der Wasserfülle, lassen sie es sich wohl sein, wie der Fisch im Wasser; wenn dagegen im Sommer das Wasser zu mangeln beginnt, so vergraben sie sich im Schlamme und athmen nun statt mit den Kiemen durch die Lunge. Sie sind die Zeugen und Produkte uralter Sumpfbildungen auf der Erdoberfläche. Aeußerlich ganz ähnlich gebaute Thiere waren die Crossopterygier der Steinkohlenschichten und des alten rothen Sandsteins, die wahrscheinlich ebenfalls zu den Doppelathmern gehört haben. Auch die Ceratodus-Reste reichen bis in die devonischen Schichten zurück; ja vielleicht waren sogar manche unter den Panzerfischen Doppelathmer, denn viele der später zu erwähnenden Amphibien scheinen in grader Linie von ihnen abzustammen.

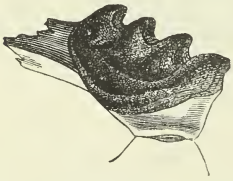


Fig. 286.
Halber Unterkiefer von Ceratodus Kaupi aus der Trias.

Mit der Umwandlung der Schwimmblase in eine Lunge wurden aber mehrere andere Körperumwandlungen eingeleitet, wie denn beinahe stets, mit der Veränderung eines einzelnen Organes im Lebewesen, diejenigen anderer Theile in Wechselbeziehung zu stehen pflegen, ohne daß wir immer so deutlich wie hier, den ursächlichen Zusammenhang beider einzusehen vermöchten. Wir reden von der Bildung der Nase, die als ein Erbstück von den Fischmolchen zu betrachten ist, und der Seiten-Kammer-Bildung im Herzen. Bei allen echten Fischen sind im Gegensatze zu den Wurmfischen, welche nur eine Nasengrube besitzen, zwei solcher Grübchen vorhanden, von denen offene Rinnen nach den Mundwinkeln herabführen. (Siehe Fig. 272 z.) Diese Rinnen haben sich bei den Doppelathmern zu in die Mundhöhle führenden Nasen-Röhren geschlossen, welche nunmehr ein Luft-Athmen bei geschlossenem Munde gestatten. Mit der Scheidung der Vorkammer des sonst der Bildung bei den Haien sehr ähnlichen Herzens in zwei Abtheilungen beginnt der allen Wirbelthieren, mit Ausnahme der Fische, gemeinsame sogenannte doppelte Kreislauf des Blutes im Körper.

Die Doppelathmer reichen, wie schon gesagt wurde, in ihrer ganzen Allgemeinentwicklung so unmittelbar an die niedern Amphibien heran, daß es schwer ist, eine Trennung zu machen. Es sind deshalb nur äußerliche Merkmale, welche die Physiognomie mehr als die Organisation betreffen, in denen man die Trennungs-Unterschiede sucht. Sie betreffen namentlich die Abgliederung des Kopfes und die Ausgestaltung der vier Seitengliedmaßen. Man kann sich diese Vorgänge als weitere Folgen der erworbenen Fähigkeit, Luft zu athmen, vorstellen. Die Lungen-Athmung gestattete, den Kopf dauernd

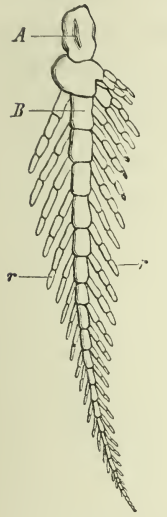


Fig. 287.
Archipterygium von Ceratodus. A B Knorpelreihe des Flossenstammes. r r Radien- oder Flossenstrahlen. (Nach Günther.)

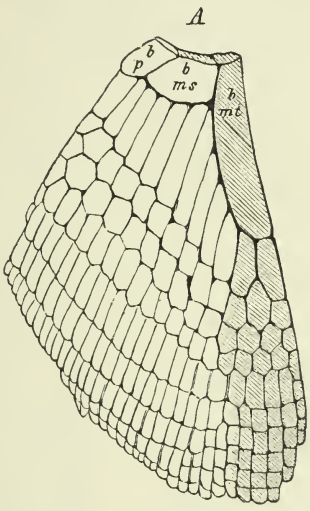


Fig. 288.
Brustflossen-Skelet eines jüngeren Urfisches mit Schraffirung der daraus abgeleiteten Hand. b Die drei Basalstücke der Flosse. (Nach Gegenbaur.)

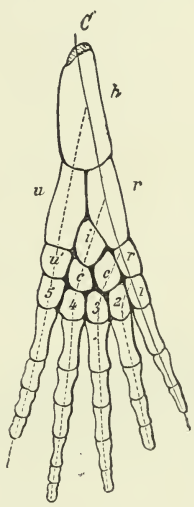


Fig. 289.
Handskelet eines Amphibium. h Oberarm (humerus), r Speiche (radius), u Ellenbein (ulna), r c i c u Handwurzelknochen der ersten Reihe. 1—5 Handwurzelknochen der zweiten Reihe. (Nach Gegenbaur.)

über Wasser zu halten und ans Land zu gehen. Allein die Flossen waren sehr wenig dazu geeignet, als Bewegungsorgane für das Land zu dienen. Die Doppelathmer haben ihre zweiseitig gefiederte Flosse (Fig. 287) ebenso wie die Schwimmblase von ältern Urfischen geerbt, während sie sich bei den jüngern Urfischen in eine einseitig gefiederte Flosse verwandelt hatte, und in der ursprünglichen, auf die Doppelathmer übergegangenen Form nur noch in frühen Jugendzuständen einiger Haie und Rochen wiederkehrt. Bei dieser halbgefiederten Flosse der meisten jetzt lebenden Urfische (Fig. 288) haben sich dafür die einseitigen Flossenstrahlen stärker ausgebildet, und Gegenbaur hat gezeigt, daß sich darin alle Knochen der Amphibien-Gliedmaßen finden, und hat durch stärkere Schraffirung derselben im Brustflossenskelet des Selachier's die Elemente der Amphibienhand (Fig. 288 und 289) hervor-

gehoben. Die vielzehigen Seitengliedmaßen, als welche man die Brust- und Bauchflossen der Fische bezeichnen kann, waren auch in ihrer halbseitigen verbesserten Gestalt als Greif- und Schreitorgane nicht ebenso gut wie zum Rudern zu gebrauchen. Es fand deshalb eine Verkümmerung in der Zahl der Gliederstrahlen statt, und aus den Flossen wurden Füße mit wenigen Zehen, die anfangs wie die Flossenstrahlen, unter einander durch Häute verbunden, zum Schwimmen und Kriechen gleich gut zu gebrauchen waren. Es ist dabei kaum anzunehmen, daß bei diesen Zehenverminderungen immer fünffingerige Gliedmaßen entstanden seien. In der That finden wir schon unter den ältesten luftathmenden Thieren, sowohl solche mit weniger als fünf Zehen, als auch solche mit sechs Zehen; jedenfalls ist aber das fünfzehige Glied dasjenige gewesen, welches sich am besten von allen diesen Anfängen bewährt hat, denn die sechsfingrige Linie ist schon in der Secundärzeit völlig erloschen. Von denjenigen primären Amphibien, die weniger als fünf Finger besaßen, mögen noch heute Nachkommen vorhanden sein, jedenfalls aber stammen alle höhern Wirbelthiere vielleicht mit Ausnahme der im nächsten Kapitel zu erwähnenden Seedrachen, von einem fünfzehigen Ahnen der Primärzeit ab, und wir müssen deshalb das erst kürzlich im Maß- und Münzwesen bei uns eingeführte Decimalsystem als eine bis in die Steinkohlenzeit zurückreichende Erbschaft betrachten. Ja ohne Scherz, so weit rückwärts müssen wir in der Vorzeit suchen, um den Grund zu finden, weshalb wir, statt nach dem so unendlich bequemeren Dutzend, mit der Zehn rechnen, nach Jahrhunderten, Jahrtausenden und nach Jahrmillionen zählen, fünfundzwanzigjährige Jubiläen und Säkularfeste begehen. Alles das geschieht zu Ehren jenes fünfzehigen Stammältesten der höheren Thierwelt, der, wie es scheint, seine anderszehigen Mitbewerber sämmtlich überflügelt hat, und sein Wappen, eine wohlgebildete Hand, früh in den feuchten Schlamm der Ufer abgedrückt hat (Fig. 290), damit die Chiromanten einer spätern Zeit Gelegenheit bekommen möchten, daraus über die Vorwelt zurückzuprophezeien. Dieses fünfgliedrige Schreit- und Greiforgan hat später die verschiedenartigsten und weitgehendsten Umwandlungen

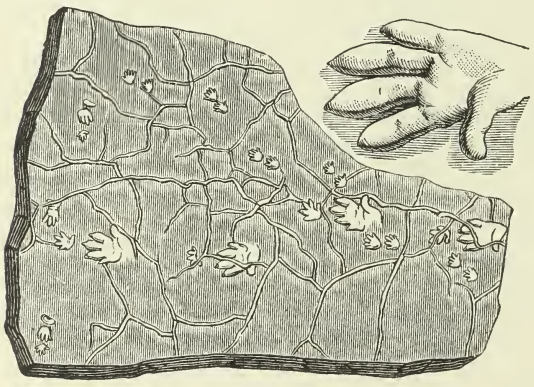


Fig. 290.
Handthier- (Chirotherium) Fährten aus dem bunten Sandstein von Hildburghausen. Sehr verkleinert. Daneben eine der größeren Fährten in $^1/_8$ der natürlichen Größe.

erfahren. Es hat eine oder mehrere Zehen eingebüßt, ist zur Kralle und zum Flügel, zum Huf und zur Flughand, ja selbst wiederum zur Flosse geworden, aber in allen diesen Umbildungen bleibt der Grundtypus des fünfgliedrigen Organes leicht erkennbar, welcher in jenen grauen Vorzeiten der menschlichen Hand sogar viel ähnlicher erscheint, als die Vorderextremitäten vieler spätern Thiere. Im Fischreiche ist später noch einmal ein Parallelversuch aufgetreten, die Flosse in ein vielstrahliges Greiforgan zu verwandeln, und zwar bei nesterbauenden Handfischen, allein dieser Versuch ist nicht sonderlich erfolgreich ausgefallen.

Die verschiedenartige Verwendung der Vorder- und Hinterfüße bei der Fortbewegung, indem die vordern Gliedmaßen vorwiegend gebraucht werden, den Körper nachzuziehen, während die hintern mehr dienten, ihn zu stützen oder nachzuschieben, hat früh eine Ausbildungsverschiedenheit erzeugt, welche es rechtfertigt, wenn man beide durchweg mit verschiedenen Namen, nämlich als Arm und Bein, als Hand und Fuß bezeichnet, denn auch bei den Thieren, welche die Füße lediglich als Fortbewegungsorgane benützen, dienen die vordern als Greifhände, sei es auch nur, um die Unebenheiten des Bodens zu erfassen. Zu einer rechten Wirkung kamen diese ehemaligen Schwimmschaufeln erst dadurch, daß sich die tragenden Zwischenstücke zu längern Hebeln ausbildeten. Den ersten Ansatz hierzu nahmen das Oberarm- und Oberschenkel-Bein (Humerus und Femur), welche schon in der Fischflosse eine gewisse Ausdehnung besassen, während die beiden Knochen des Unterarms und Unterschenkels, Speichen- und Ellenbein (Radius und Ulna) einerseits, und Schien- und Wadenbein (Tibia und Fibula) andrerseits, in der ersten Anlage sehr klein erscheinen (vergl. Fig. 289) und erst durch die Gebrauchswirkung zu längeren Knochen ausgedehnt wurden. Letztere dienen wesentlich, um die Vielseitigkeit der Bewegung und Gebrauchsfähigkeit von Unterarm und Unterschenkel zu sichern, und nur bei Füßen, die ausschließlich als Schreitfüße dienen, sind sie später zuweilen zusammengewachsen oder auf einen Knochen reducirt worden, wie z. B. bei Vögeln und Pferden.

Mit der Kraft der Seitenglieder bildeten sich die bei den Fischen viel schwächer gestalteten Knochengürtel und Muskeln aus, welche diese beiden Gliedpaare bewegen, der Schulter- und der Beckengürtel und ebenso die Wirbelsäule, an der alle diese Theile befestigt sind. Der französische Palaeontologe Gaudry hat vor Kurzem die interessante Beobachtung gemacht, daß die einzelnen Wirbel aller Kriechthiere der Primärzeit sich in einem Verknöcherungszustande befinden, wie wir ihn heute nur in den frühesten Jugendzuständen der Wirbelthiere beobachten, und als embryonal bezeichnen. Der Mitteltheil jedes Wirbels bestand bei ihnen nämlich noch aus drei unverschmolzenen Stücken, einem unteren und zwei seitlichen Knochen, zwischen denen ein leerer Raum blieb, der noch von einer Abtheilung der bis hierher im erwachsenen Thier verfolgbaren Rückensaite (Chorda dorsalis) ein-

genommen war. Die zum großen Theil fertig gebildeten, aber noch nicht mit einander verschmolzenen Elemente der Wirbel bezeichnen den Entwickelungsmoment, in welchem sich die Verknöcherung der Wirbelsäule vollenden will, welche in den devonischen Zeiten nur leicht skizzirt war; sie zeigen — und zwar nicht blos in fossilen Resten Europa's, sondern auch in gleichaltrigen amerikanischen — den Uebergang des unvollkommenen Wirbelthieres zum vollkommenen an. Es ist wohl nur natürlich, daß wir im Uebrigen bei ihnen eine schneller fortgeschrittene Verknöcherung des Skelets wahrnehmen, als bei ihren im Wasser gebliebenen Fischvettern. Die Muskeln brauchten eben auf dem festern Boden kräftigere Stützmassen als im feuchten Element und der schnellere Ersatz der Knorpeltheile durch harte Knochenmasse kann gewissermaßen als der gute Erfolg eines eifrigen Turnens betrachtet werden. Die mannigfacheren Muskelbewegungen und Muskel-Anstrengungen, welche das Landleben der Bequemlichkeit und Anstrengungslosigkeit des Wasseraufenthaltes gegenüber, erfordert, prägten sich in einer allmäligen Ausbildung von stärkeren Ansatzknochen für die vier Bewegungsorgane und festerer Knochen für ihre Beine und Zehen aus.

Die ältesten Amphibien der Primärzeit und beginnenden Sekundär-Epoche, deren Untersuchung wir vor Allen zwei deutschen Paläontologen A. Fritsch und H. Credner verdanken, schließen sich durch ihr sehr entwickeltes Hautskelet, den Panzerfischen (Ganoiden), ihren muthmaßlichen Ahnen, sehr nahe an. Namentlich war ihr Kopf häufig mit glänzenden Deckschildern bedeckt und danach nennt man die ganze Gruppe der älteren Amphibien die Panzerköpfe (Stegocephalen). Aber auch der übrige, mehr oder weniger langgeschwänzte Körper war häufig mit Hautschildern bedeckt, während die Verknöcherung des inneren Skelets oft eine sehr unvollkommene blieb, und häufig erst beim erwachsenen Thiere eintrat. Alle hierher gehörige Thiere zeigen ein sehr eigenthümliches Kopfskelet, in welchem mehrere Knochen vorhanden sind, die den jüngeren Amphibien ganz fehlen. Namentlich sind dies die hinteren Augenhöhlenknochen (Fig. 291 Pt) und die Paukenbeine (ST), welche die Schläfen bedecken, sowie die Hinterhaupt- und Zitzenbeine (So u. Ep). Auch

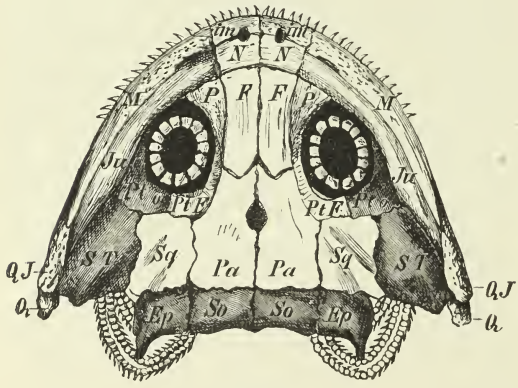


Fig. 291.
Schädel mit anhängenden Kiemenbögen von Branchiosaurus salamandroides aus der Gaskohle von Nyran (Böhmen), viermal vergrößert. Die schwarz schraffirten Knochen sind für die Steganocephalen charakteristisch.

waren die Augen häufig wie bei dem in Figur 291 u. 292 als Beispiel abgebildeten Panzerkiemenmolch (Branchiosaurus salamandroides) mit einem knöchernen Augenring versehen und die Scheitelbeine (Pa) schließen häufig ein Scheitelloch ein, wie es auch bei einigen der ältesten Panzerfische, namentlich bei dem oben abgebildeten Flügelfisch (Fig. 277 a) vorhanden war. Ueberhaupt müssen wir die einzelnen Schädelknochen als von den Fischen ererbt ansehen. Da wir hier nicht auf anatomische Einzelnheiten eingehen können, so wollen wir nur bemerken, daß die Schädelknochen, welche nach Anschauung Göthe's und mancher anderer Naturphilosophen, aus 3—4 umgebildeten Wirbeln entstanden sind, in der Jugend als Knorpel angelegt werden und allmälig verknöchern. Sie sind durch zackige Knochenränder (Nähte) mit einander verbunden, und während diese Knochen bei den niederen Wirbelthieren auch im Alter meist lose mit einander verbunden blieben, zeigt sich bei den höheren Wirbelthieren eine Tendenz, zur festen Schädelkapsel mit einander zu verwachsen, so daß dann nur noch die Regionen des Schädels mit den einzelnen Knochen der älteren Wirbelthiere vergleichbar bleiben. Am spätesten sind dabei manche Verknöcherungen in der Mittellinie des Schädels erfolgt. Trotz der ungeheuren Wandelbarkeit der Schädelformen gerade bei den höheren Wirbelthieren, wozu auch sogenannte Durchbrüche in der Schläfenregion u. s. w. kamen, bleiben aber die Elemente des Fisch- und Amphibienschädels bei ihnen größtentheils erhalten.

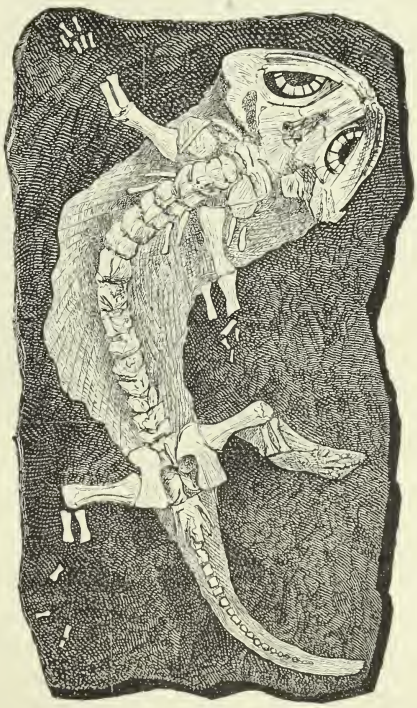


Fig. 292.
Branchiosaurus salamandroides Gaskohle von Nyran (Böhmen). Doppelte Größe.

Dagegen sind die äußeren Verknöcherungen der Haut am Kopfe und Rumpfe, wie sie bei älteren Fischen und Amphibien sehr allgemein verbreitet waren, nur in wenigen Linien bei Amphibien und Reptilen erhalten geblieben; die lebenden Amphibien sind größtentheils vollständige Nackthäuter. Von den Hautschildern sind besonders die Kehlbrustplatten interessant, die zu-

weilen mit den entsprechenden Knochen des Schultergürtels verwuchsen. Auf die sehr große Mannigfaltigkeit der zu den Steganocephalen gehörigen älteren Amphibien können wir hier nicht näher eingehen und wollen nur erwähnen, daß sich darunter solche von molchartigem, eidechsenartigem und schlangenartigem Körperbau befanden. Sie vereinigten die in ihren späteren Nachkommen getrennten Charaktere der jüngeren Schwanzlurche und Frösche, der gepanzerten und panzerlosen Eidechsen, der Seedrachen und aller höheren Wirbelthiere in ihren Anfängen. Der oben abgebildete salamanderähnliche Panzerkiemenmolch (Fig. 292) gehört zu den in der Primärepoche vorherrschenden, kleinen, breitköpfigen, molchförmigen Formen (Microsaurier), bei denen die Haut nur mit kleineren, zart verzierten Schuppen bedeckt war, und die schon in der Steinkohlenzeit auf die viel später erschienenen, nackthäutigen Formen hindeuteten. Doch finden sich auch schon einzelne völlig nackthäutige Formen unter den alten Arten. Auch in der Anordnung der Zähne trifft man bei ihnen große Verschiedenheiten, denn während sie bei der hier abgebildeten Art nur die Ränder der Kiefer umsäumen, bedecken sie bei anderen Arten desselben Geschlechts, wie bei vielen alten Fischgattungen die ganze Mundhöhle, und O. Hertwig hält es für wahrscheinlich, daß manche Knochen derselben aus Verschmelzung solcher Zahnplatten entstanden sind, wie sie noch heute embryonal bei Schwanzlurchen sich bilden.

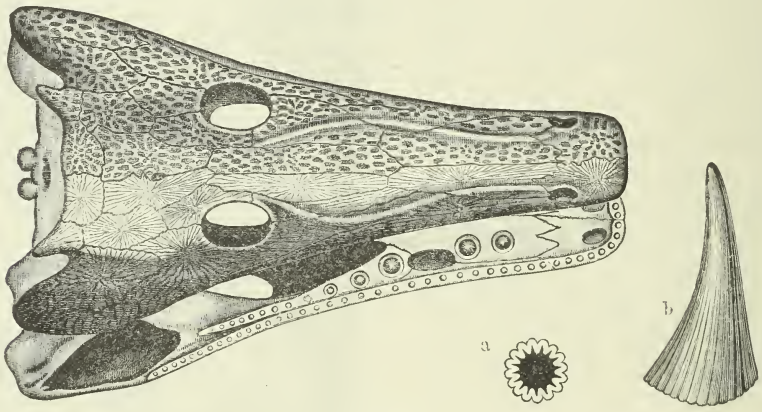


Fig. 293.
Kopf von Archegosaurus Decheni, mehr als zur Hälfte verkleinert. b Fangzahn und a Querschnitt desselben. Aus dem Thoneisenstein von Lebach bei Saarbrücken.

Bei einigen Stegocephalen-Gruppen zeigen die Zähne eigenthümliche Faltungen. Bei den Archegosauriern (Fig. 293), einer Gruppe von höchstens meterlangen Panzermolchen, deren spitzer, mit weit vorgeschobenen Nasenlöchern versehener Kopf mit glänzenden, strahlig verzierten Schmelzschildern bedeckt ist, waren diese Falten einfach (293 a) und das Gerüst, sowie die

beiden Gelenkhöcker des Hinterhauptes, zeigen sich erst bei älteren Exemplaren verknöchert. Im inneren Bau liegen noch Charaktere von Molchen, Fröschen, Panzereidechsen und Seedrachen verschmolzen. Manche Eigenthümlichkeiten der Archegosaurier, wie die gefalteten Zähne, zu denen sich schon bei einzelnen älteren Fischen oder Doppelathmern aus der Abtheilung der Crossopterygier, nämlich bei den Gattungen Rhizodus (Steinkohle), Dendrodus und Polyplocodus des alten rothen Sandsteins, Anläufe zeigen, und die lyraförmige Figur, die sich von den Augen zu den Nasenlöchern zieht, finden sich in erheblicher Verstärkung bei einer jüngeren, in der Dyas- und Triaszeit blühenden Familie, den eigentlichen Wickelzähnern oder Labyrinthodonten. Es waren dies ansehnliche, bis zu acht Fuß lange, ebenfalls mit Knochenplatten und Schuppen bedeckte Thiere, von deren eigentlichem Aussehen wir uns kaum eine rechte Vorstellung machen können. Man hat sie früher wie eine Art Panzerfrösche betrachtet, aber wenn auch der Schädel einiger hierher gehörigen Arten recht froschähnlich war, so zeigt doch der Abdruck eines vollständigen Exemplars (Fig. 295), daß noch ein kurzer Schwanz vorhanden war. Sie scheinen vielmehr eine sehr abweichende, ohne Nachfolger ausgestorbene Seitenlinie der Stegocephalen darzustellen. Ihre spitzen Zähne zeigen auf dem Querschnitte das Bild eines Sternes mit zahlreichen, wellenförmig gewundenen Strahlen (Fig. 294). Wenn indessen Owen's Ansicht, daß sie die Gestalt riesenhafter Frösche besaßen, sich nicht bestätigen will, so scheint die einzige vollständigere Spur eines hierhergehörigen Thieres (Fig. 295) die weitere Vermuthung desselben Naturforschers zu unterstützen, daß die oben (Fig. 290) abgebildeten und unter dem Namen des Handthiers (Chirotherium) bekannten Fußspuren aus der Triaszeit von Labyrinthodonten herrühren möchten.

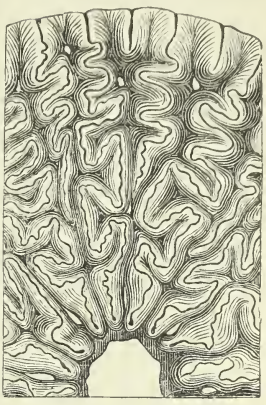


Fig. 294.
Querschnitt eines Zahnes von Mastodonsaurus.

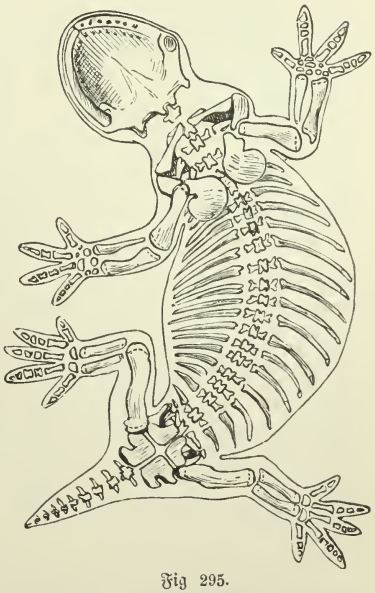


Fig 295.
Labyrinthodon Rütimeyri aus dem Buntsandstein von Riehen (Schweiz).

Gleich den meisten Inhabern einer Uebergangsstellung sind aber auch die

Amphibien in einem sehr starken Grade von den vertilgenden Einflüssen der Zeit mitgenommen worden. Von den Schaaren der mit Knochenplatten oder Hautschuppen bedeckten Amphibien starb bereits in der Sekundärzeit die ungeheure Mehrzahl vollständig aus, und während ihr äußerer Charakter von Reptilien in zahlreichen bepanzerten Formen fortgeführt wurde, erinnern unter den Amphibien der Jetztwelt nur noch die Blindwühlen oder Cäcilien durch Spuren von Hautschuppen an dieselben. Sie setzen in ihrer äußeren Gestalt, in der Form ihrer biconcaven Wirbel und in manchen andern Eigenthümlichkeiten die Aistopoden, eine alte Stegocephalen-Gruppe fort, die den Typus der fußlosen Schlangen von zuweilen ansehnlicher Länge schon in der Primär-Zeit vertrat. Es waren aber dem Kopfbau nach echte Stegocephalen mit sehr vermehrten Wirbeln, die in einzelnen Exemplaren (Fig. 296) auch noch deutlich die äußeren Kiemen sehen lassen. Bei einzelnen Arten, z. B. der in den unteren Schichten des Steinkohlensystems gefundenen Gattung Ophioderpeton war ein stark entwickelter Hautpanzer vorhanden, bei der hier abgebildeten Art konnten keine Spuren des Hautpanzers nachgewiesen werden.

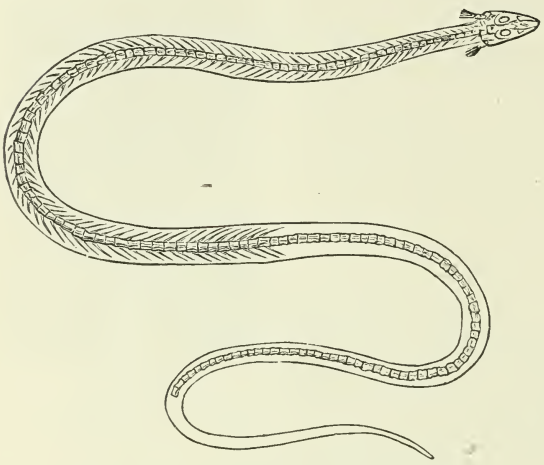


Fig. 296.
Dolichosoma longissimum. 1/3 der natürlichen Größe.
Gaskohle von Nyran (Böhmen).

Die noch heute in der feuchten Erde warmer Länder wie Regenwürmer wühlenden Cäcilien besitzen kleine runde Hautschuppen, die denen einiger Stegocephalen, z. B. der Gattung Discosaurus aus dem Rothliegenden, sehr ähnlich sind. Andrerseits gleichen diese fußlosen, wurmförmigen Wirbelthiere außerordentlich den Doppelschleichen unter den Reptilien. Allein es sind echte Amphibien, deren erst in neuerer Zeit beobachteten äußeren Kiemen in einigen Fällen die ungewöhnliche Form zweier großer, mit Blutgefäßen durchzogener Säcke darbieten, und nach ihrem Abfallen eine querliegende Rückennarbe zurücklassen (Fig. 297). Im Schädelbau stehen sie den Stegocephalen so fern, wie alle jüngeren Amphibien.

Die Uebergänge von den alten panzerbedeckten zu den jüngeren nackthäutigen Amphibien fehlen uns leider, da von dem Erlöschen der Stego-

cephalen bis zur Tertiärzeit nur sehr dürftige Ueberreste von Amphibien erhalten sind. Doch liegt der Anschluß, den man lange fälschlich bei den großen triasischen Panzerlurchen gesucht hat, klar bei den kleinen molchartigen Formen der Microsaurier aus der paläozoischen Epoche, unter denen sich viele kleinschuppige und anscheinend auch schon einige nackthäutige Arten befunden haben. Schon bei den Panzer-Amphibien tritt in ihren Skelettheilen oft eine merkwürdige Mischung von Frosch und Molch hervor. So ist von Pellat in den permischen Schichten von Autun ein Thier und zwar in seinen Skelettheilen und im Abdruck der Weichtheile gefunden worden, welches einen längern, fünfzehn Wirbel enthaltenden Schwanz besaß und die Charaktere der Frösche mit denen der Salamander verband. Aehnlich diesen Pleuronura Pellati getauften Thieren verhalten sich der schon lange bekannte Froschkopf (Raniceps) und die von Gaudry in bituminösen permischen Schichten gefundenen Froschsalamander (Protriton petrolei), bei denen der Schwanz sich schon bis auf ein Fünftel der Körperlänge verkürzt hat, und die Aehnlichkeit mit Fröschen in dem breit dreieckigen Kopf stark hervortritt. So sehen wir die Kennzeichen jüngerer Geschlechter auch hier wieder in älteren sogenannten synthetischen Formen gemischt; man kann hier sagen, daß die erst in der Tertiärzeit auftretenden echten Frösche von ihnen den Kopf, die Molche und Salamander aber den Schwanz geerbt haben.

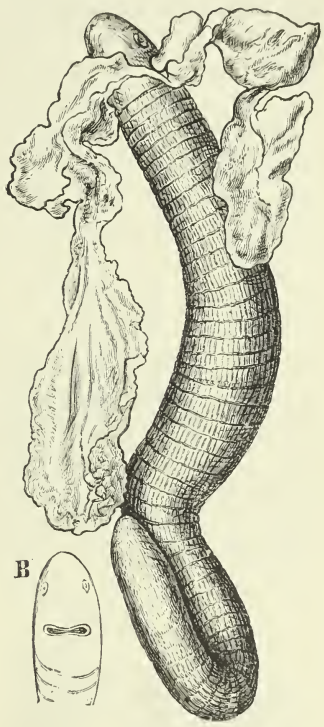


Fig. 297.
Caecilia compressicauda aus Cayenne, um die Zeit der Geburt, in natürlicher Größe. Nach Peters. B Der Kopf nach Abfall der Kiemenblase mit der Nackennarbe.

Die Abstammung der heute lebenden Amphibien, die ihrer besonderen Form nach anscheinend nicht weiter als bis zur Tertiärzeit zurückreichen, würde sich, wenn sie nicht schon aus dem Obengesagten deutlich hervorginge, unschwer aus ihrer Entwicklungsgeschichte ableiten lassen. Man unterscheidet in ihrer Gemeinschaft gewöhnlich 3 Klassen, nämlich solche Lurche, welche ihre Kiemen dauernd behalten, andere, die sie in einem reiferen Alter verlieren, und drittens solche, die nur in ihrem Larvenzustande Kiemen besitzen, dieselben aber früh ebenso wie den Schwanz abwerfen.

Die Fischlurche, so genannt, weil sie ihre Kiemen, wie es wahrscheinlich auch bei den Panzerlurchen geschah, zeitleibens behalten, stellen einen alten Typus dar, wie es die auf beiden Seiten ausgehöhlten Wirbel und die

bleibende Rückensaite beweist. Dies gilt besonders von der Unterabtheilung der Perennibranchier, zu denen der Olm oder Proteus der Adelsberger Höhlen gehört, dessen Mark selbst im erwachsenen Zustande nach Klaußner den embryonalen Charakter des Markes der höhern Wirbelthiere bewahrt und der Siren, beide durch Mangel der Oberkieferbeine von den Kryptobranchiern, die keine äußeren sondern innere Kiemen besitzen, verschieden. Zu den letzteren gehört außer dem lebenden japanischen Kiemenmolch, der vermeintliche „vorsündfluthliche Mensch" des alten schweizerischen Naturforschers Scheuchzer (Andrias Scheuchzeri) aus den miocänen Süßwasserschichten von Oeningen. Einige Naturforscher sind übrigens der Meinung, daß die Klasse der Fischlurche nicht in der Natur berechtigt sei und einzugehen habe, so daß unter den lebenden Amphibien neben den Cäcilien nur niedere und höhere Schwanzlurche (Urodela), die den Schwanz zeitlebens behalten, und schwanzlose Lurche (Anura) oder Frösche zu unterscheiden blieben. In der That gehen die Fischlurche mit bleibenden Kiemen in die höhere Schwanzlurche oder Salamandrina, die sich meist durch concav-convexe Wirbel und im erwachsenen Zustande verschwindende Kiemen unterscheiden, allmälig über. Der Proteus ist ein durch seinen Aufenthalt in dunklen Höhlen sehr zurückgebildetes Thier, dessen Augen fast ganz verloren gegangen sind, dennoch aber fähig, unter Umständen lange im Halbtrocknen zu leben, und die Lungenthätigkeit auszubilden, wie Schreibers in Wien schon vor fünfzig Jahren durch das Experiment bewiesen hat, indem er den Proteus zwischen nassen Steinen und Badeschwämmen munter erhielt. Ebenso hat man den großen Kiemenmolch oder Axolotl aus Mexico (Amblystoma mexicanum Fig. 298) früher für einen echten Fischmolch oder Perennibranchier gehalten, weil er sich in den Aquarien, in denen man ihn seit Jahren pflegt, regelmäßig fortpflanzte, mithin für das vollkommen entwickelte Thier angesehen werden mußte. Nachdem man diesen Thieren indessen vor einigen Jahren im Pariser Pflanzengarten ein einladendes Ufer neben ihrem Wasserbecken hergerichtet hatte, spazierten sie eines Tages ans Land, warfen die Kiemen ab und verwandelten sich in einen der Sippe nach wohlbekannten amerikanischen Landmolch (Amblystoma), ein Experiment, was seitdem vielmals unter ähnlichen Bedingungen gelungen ist. Die ganze Erscheinung, welche sehr viel Aufsehen erregt hat, hängt wahrscheinlich davon ab, daß das Thier in seiner Heimath, einem See bei

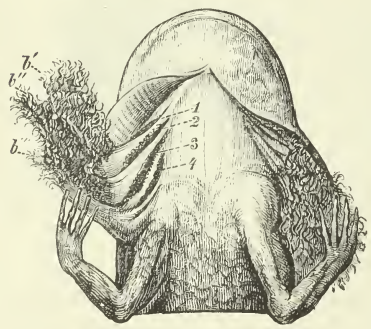


Fig. 298.
Vordertheil der Larve von Amblystoma mexicanum. Bauchseite. b' b'' b''' Die drei Kiemen. 1–4 Die vier durch Zurückschlagung der Deckelfalte besser sichtbar gemachten Kiemenspalten. Natürl. Größe.

der Stadt Mexico, gezwungen ist, im Wasser zu bleiben, da die Ufer des Sees stark mit Salz inkrustirt sind und die Luft sehr trocken ist. So gezwungen, im Wasser zu bleiben und ihre Kiemen zu behalten, werden die Larven schließlich geschlechtsreif, ein Umstand, den Filippi vor längerer Zeit beim Alpenmolch (Triton alpestre) beobachtet hat, dessen Larven ebenfalls sehr häufig und wahrscheinlich aus ähnlichen Gründen geschlechtsreif werden. Im Uebrigen haben wir hier nur einen Anpassungszustand vor uns, denn die Pariser Amblystomen, welche ihre Kiemen verloren hatten, erwiesen sich gleichfalls als fortpflanzungsfähig. Andererseits mögen der Proteus und seine näheren Verwandten, wie z. B. der Furchenmolch (Menobranchus) und der Armmolch (Siren lacertina) die Fähigkeit, das Wasser freiwillig zu verlassen und so die Kiemen entbehren zu können, mehr oder weniger verloren

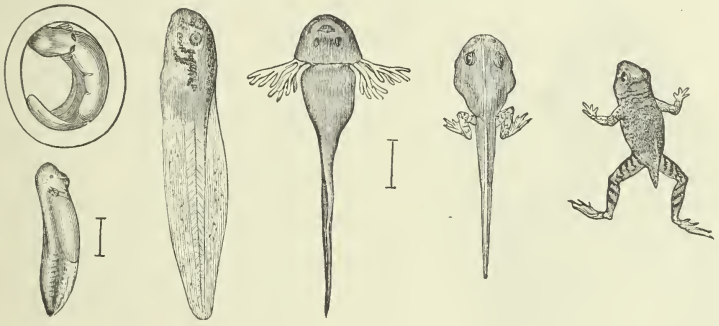


Fig. 299.
Entwicklung des Frosches.

haben. Die schwachen Füße des Proteus würden kaum genügen, ihm auf dem Lande fortzuhelfen, und der Armmolch hat die Hinterfüße ganz eingebüßt, eine bei Wasserthieren nicht seltene Erscheinung. Alle diese Anpassungs-Fähigkeiten der Lebensweise sind ebensoviele Beweise für die Uebergangsstellung der ganzen Abtheilung und deshalb lehrreich genug, um hier ausführlicher erwähnt zu werden.

Die weitere Umbildung der Amphibien-Natur können wir am Frosche studiren, der für Jeden, welcher sie sehen will, in jedem Frühjahr Vorstellungen jener Landungsversuche veranstaltet, mit denen sein muthmaßlicher Ahne, der Froschkopf (Raniceps) und gleichgesinnte Freunde in der devonischen und Steinkohlenzeit den Anfang machten. Noch heute sehen wir den Frosch als nicht blos äußerlich einem Urfische gleichendes Thier (Kaulquappe) aus dem Ei schlüpfen und seine Fisch-Laufbahn beginnen. (Fig. 299.) Wie jenem, so fehlen ihm anfangs noch die Fußpaare und er besitzt nur eine einzige, den Schwanz umsäumende Flosse. Er athmet, wie die jungen Haie und deren Vorfahren, durch äußere Kiemenbüschel, in welche ein Herz mit einfacher Vor-

kammer den Blutstrom sendet. Dann verlieren sich diese äußern Kiemen und es bleiben nur die innern Kiemen, wie sie die etwas vollkommneren Fische allgemein besitzen, worauf sich eine schwimmblasenartige Ausstülpung der Schlundröhre zur Lunge umformt, die Herzvorkammer sich theilt und eine Hälfte des Blutes in die Kiemen, die andere in die Lungen treibt. Das vorher in seiner Allgemeinbildung einem Fische gleichende Thier ist damit in die Rangstufe eines Doppelathmers getreten; es braucht jetzt nur die Kiemen ganz eingehen zu lassen, den Schwanz abzuwerfen und mit den inzwischen gewachsenen Beinen an's Land zu hüpfen, um als vollendetes Amphibium seine Wege zu gehen. Bei einigen amerikanischen Arten der Gattung Trugfrosch (Pseudes), die sich dadurch auszeichnet, daß der Daumen den Fingern ganz wie beim Menschen gegenübersteht, wird das Thier durch das Abwerfen des ungeheuren Schwanzes so verkleinert, daß die älteren Beobachter geglaubt haben, die Metamorphose ginge hier rückwärts und der kleine Frosch verwandle sich in einen großen Fisch, ein Irrthum, den Linné durch den Namen Rana piscis verewigte, der später in Rana paradoxa geändert wurde.

Fig. 300.
Nototrema marsupiatum. Weibchen in natürlicher Größe mit theilweiser Bloslegung der einen Eiertasche nach Günther. r Eingang zur Rückentasche.

Sehr merkwürdig sind die Einrichtungen, welche einige Frösche und Kröten für die Ausbrütung ihrer Jungen erlangt haben, die dann ihr Kaulquappenstadium nicht mehr im Wasser, sondern in besonderen Taschen der Eltern verleben. So z. B. bringt das Männchen der Surinam'schen Wabenkröte (Pipa americana) die von ihm befruchteten Eier auf den Rücken des Weibchens. Ihre Gegenwart erregt auf der vorher ganz gleichförmigen Rückenoberfläche dieses Thieres einen Reiz, so daß sie sich rings um jedes Ei wallartig erhebt und eine Tasche bildet, in welcher das Thier ausgebrütet wird. Bei dem mittelamerikanischen Taschenlaubfrosch (Nototrema marsupiatum Fig. 300) bildet der Rücken eine große Tasche, in welche die Eier vom Männchen hineingeschoben werden. Die Jungen machen in diesen Behältern den größten Theil ihrer Verwandlung durch und entwickeln äußere Kiemen, die bei dem Taschenlaubfrosch nach Weinland jederseits die Gestalt einer sehr zarthäutigen, der Windenblüthe ähnlichen Glocke annehmen. Bei einer chilenischen Kröte Rhinoderma Darwinii muß gar der Vater die junge Brut in seinem ungeheuer, über Rippen und Bauch hinweg erweiterten Kehlsack (Schallblase) aufnehmen, und der erste Beobachter war sehr erstaunt, den Körper einer männlichen Kröte ganz

mit Jungen erfüllt zu finden. Etwas Aehnliches kommt bei unserem Alpensalamander (Salamandra atra) vor, dessen befruchtete Eier im Mutterleibe auskriechen, sich dort von unbefruchtet gebliebenen Eiern nähren und erst später lebendig geboren werden. Alle diese Erscheinungen sind Anpassungen an besondere Lebensverhältnisse, namentlich an die zeitweise Luft- und Bodentrockenheit der Gegenden, welche solche Thiere bewohnen, und v. Siebold hat lehrreiche Versuche veranlaßt, aus denen sich ergab, daß die jungen mit Kiemen versehenen Salamanderlarven, wenn sie gewaltsam zur Welt befördert wurden, sich von Neuem an den schon aufgegebenen Gebrauch der Kiemen im Wasser gewöhnen ließen; indem sie zwar die ursprünglichen Kiemen verloren, aber mit der diesen Thieren eigenen Reproduktionskraft neue Kiemen ausbildeten, die sich völlig bewährten.

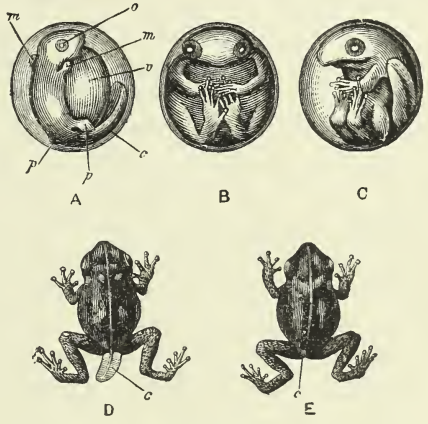


Fig. 301.
Entwicklung von Hylodes marticinensis (nach Peters). A 7—8 Tage altes Ei im Profil. o Auge. m Vordere p hintere Extremität. v Dotter. c Schwänzchen. B und C ungefähr 12 Tage alte Eier von der Bauch- und Profilseite. D E Eben ausgeschlüpftes und einige Stunden altes Junge, dessen Schwanzanhang (c) mehr und mehr zurückgebildet, resp. fast verschwunden ist.

Die merkwürdigste Erscheinung in dieser Richtung bietet jedoch der Coqui (Hylodes marticinensis), ein westindischer Laubfrosch, der vor längerer Zeit zuerst durch den Marine-Apotheker Bavay beobachtet und neuerdings von Gundlach und Peters genauer beschrieben wurde. Dieser auf mehreren vulkanischen Inseln, wie Guadeloupe, Martinique, Puertoriko vorkommende Frosch legt seine Eier, wie viele andere Laubfrösche, auf Pflanzenblättern ab, da der poröse Tuffboden daselbst die Bildung keiner dauernden Wassertümpel gestattet. In diesen Eiern bildet sich der Frosch bis zu seiner vollkommenen und letzten Metamorphose aus, nur daß er beim Ausschlüpfen noch das Schwänzchen besitzt, welches aber schon wenige Stunden darauf abfällt. (Fig. 301). Dieses im Ei sehr breite Schwänzchen scheint dem Embryo nebenbei als Athmungsorgan zu dienen, während von Kiemen oder Kiemenlöchern keine Spur mehr zu finden war. Die Entwicklung dieser Froschart ohne eigentliche Metamorphose, ohne Kiemenbildung und innerhalb einer der Amniosflüssigkeit der höhern Wirbelthiere ähnlichen Flüssigkeit giebt viel zu denken, um so mehr, da Selenka erwiesen hat, daß sich dabei noch weitere Aehnlichkeiten mit der Entwicklung der Reptilien, z. B. in dem frühen Auftreten der Urniere bemerkbar machen. Wir sehen also hier einen wirklichen Uebergang von den echten Amphibien zu den Amnioten, denen

die nächsten Kapitel gewidmet sein werden, und können uns darnach leicht vorstellen, wie ähnliche Uebergänge auch bei Schwanzlurchen stattgefunden haben mögen, um unmerklich zu den Uramnioten überzuführen, von denen sich das Reich der höhern Wirbelthiere herleitet. So ist es uns vergönnt, an lebenden Amphibien auch diesen, über die Amphibien hinausführenden Schritt des allgemeinen Entwicklungsganges der Natur studiren zu können, und das Lehrreichste ist, daß wir in dem Mangel an Süßwasserbecken zugleich die äußere Ursache erkennen, welche diese kleinen Frösche veranlaßte, ihre Entwicklung im Eileben zusammenzudrängen und auf den ausführlichen „Bericht aus der Urzeit" zu verzichten.

Die meisten Amphibien bleiben darum doch Wasserthiere und sehnen sich ihr Lebelang nach dem feuchten Element zurück, in welchem sie ihre fröhliche Jugendzeit verbracht haben; sie fühlen sich auf dem Lande viel weniger sicher und eilen bei jeder androhenden Gefahr klopfenden Herzens dem Wasser zu. Sie sind, so weit wir sie kennen, viel harmloserer Natur als die grausamen Fische und nur der Aberglauben hat einigen von ihnen düstere und furchterweckende Eigenschaften angedichtet. Sie nähren sich außerhalb des Wassers von Angehörigen der Thierklasse, die ihnen in der Landung vorausgegangen war, von Insekten, sind also die ältesten Landraubthiere, allein da diese Beute keinen großen Widerstand zu leisten vermag und Niemand sie ihnen streitig machte, so sind sie weder sonderlich erstarkt, noch zur Entwicklung jenes grausamen Naturels gelangt, welches wir bei vielen ihrer Vorfahren und Nachkommen, den Fischen und Reptilien, als charakteristisch antreffen. Abgesehen von ihrer durch den Insektenfang erhöheten Sinnesschärfe glauben wir in ihrem Thun und Treiben auch einen Fortschritt der allgemeinen Durchgeistigung der Natur wahrzunehmen und zwar in ihrer viel höher als beim Fische gesteigerten Sinnlichkeit. Bei den Menschen zu den niederen Trieben gerechnet, die ihn unter Umständen entehren können, ist sie uns bei den Amphibien ein Zeichen, daß die Pulse der Natur immer schneller klopfen, daß das Gefühl wärmer und die Empfindungsfähigkeit stärker wird; Lust und Schmerz, die sich aus den niedern Regionen der Lebewelt durch kein Zeichen verrathen, sind in die pochende Brust des Frosches eingezogen und werden von ihm mit beweglicher Stimme der Mitwelt verkündet.

VIX.

Von der Erde zum Himmel.

(Reptil und Vogel.)

Mehrere Ungeheuer erzeugte darauf die Erde
Aber umsonst: es scheu't' Natur selbst ihre Vermehrung.
Lucrez V, 832.

Zu den allgemeinsten naturwissenschaftlichen Irrthümern, die früher allerdings sogar von den Lehrbüchern verbreitet wurden, gehört derjenige von der unmittelbaren Zusammengehörigkeit von Molch und Drachen, Salamander und Eidechse, Kröte und Schildkröte, d. h. die vermeintliche engere Verwandtschaft von Amphibien und Reptilien. Wenn man nämlich die allgemeine Entwicklungsstufe in's Auge faßt und die Analogieen aufsucht, so findet sich, daß die meisten der heute lebenden Reptilien den Vögeln viel näher stehen, als den Amphibien. Das klingt um so sonderbarer, da zugleich eingestanden werden muß, daß die Reptilien die unmittelbaren Nachkommen der Amphibien waren, allein dieser Schritt war mit einer so tief alle Lebensverhältnisse und Organe berührenden Umwandlung verknüpft, daß grade zwischen diese beiden einander so nahe erscheinenden Familien die Grenzlinie läuft, welche die höhern Wirbelthiere (Säugethiere, Vögel und Reptilien) von den niedern (Amphibien, Doppelathmer und Fische) trennt. Man kann hier besser als an andern Orten gewahren, wie die äußern Lebensbedingungen gebieterisch umformend auf das ganze Wesen einwirkten.

Das in diesem Falle umformend wirkende Element war die Luft. Ihr fortwirkender Einfluß drängte die Kiemen-Athmung immer mehr zurück, erst auf die Jugendperiode, dann bis zur gänzlichen Vernichtung. Die höhern Wirbelthiere, von den Reptilien an, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens mehr durch Kiemen, sie sind vom Anfange ihres Werdens an Luftthiere. Sie können darum auch nicht mehr im Wasser geboren werden und dort wie die

meisten Amphibien ihre Verwandlung in ein Luftthier durchmachen; sie vollenden hinfort gleich dem auf den letzten Seiten erwähnten westindischen Laubfrosch alle ihre Verwandlungen im Ei oder im Mutterleibe und treten erst als fertige Thiere an's Licht. Nach einer zarten Haut (Amnion), welche vom Nabel ausgehend, alle höhern Wirbelthiere während ihrer Entwicklung schützend umhüllt, werden sie auch als Amnion-Thiere (Amnioten) zusammengefaßt und den Anamnioten entgegengesetzt. Da die Kiemen fortan völlig außer Gebrauch treten, so bedürfen die jungen Thiere eines Ersatzes derselben während der Jugendperiode, und diesen leistet die sogenannte Allantois, ein aderreiches Hautgewebe, welches den Gas-Austausch vermittelt, bis die Lungen ausgebildet sind. Das Herz, welches bei den Doppelathmern eine Scheidewand in der Vorkammer gewonnen hatte, erfährt nun auch in der Hauptkammer eine Trennung in zwei Abtheilungen. Aus den Kiemenbögen, die als angeerbte Organe, wenn auch als solche unbenützt, immer von Neuem in der Anlage aller höhern Wirbelthiere bis zum Menschen herauf, wieder erscheinen, entstehen hinfort durch Umbildung andere Organe. Die knorpligen Kiemenbögen verwandeln sich in Theile des Kiefergerüsts und Zungenbeins, sowie in Gehörknöchelchen. Die Fische hatten nur einen innern Gehörgang, in welchem kalkige Ausscheidungen als Resonanz-Apparat dienten. Der sich daran schließende mittlere und äußere Gehörgang der höhern Wirbelthiere ist eine vom Trommelfell verschlossene alte Kiemenspalte. Es ist natürlich, daß sich das Organ zur Auffassung und Sonderung der wellenförmigen Lufterschütterungen erst bei den Luftthieren zu wirklicher Vollkommenheit ausbildete, während die Augen bis auf unwesentliche Abänderungen längst fertig waren; zu dieser Vollendung wurden, gleichsam als Bausteine, Theile des überflüssig gewordenen Kiemen-Gerüstes benützt.

Ueberhaupt geht der Wirbelthier-Typus im Reptil seiner gröberen, ich möchte sagen vorläufigen, Vollendung oder Skizzirung entgegen. Das Skelet ist fertig, nach Form und Material. Aus den vorher auf beiden Berührungsflächen tellerförmig vertieften Wirbeln werden allmälig Gelenkwirbel, die auf der einen Seite eine Hervorragung besitzen und einen beweglicheren Halt gewähren; der Brustkasten wird von längern Rippen geschützt, Schulterknochen und Beckenknochen erhalten weitere Ausbildung. Ebenso gelangt die Schädelbedeckung, in welcher das Vordergehirn ein erkennbares Uebergewicht erlangt hat, zum Abschluß. Für den äußeren Anblick noch wichtiger ist die vordere Beugung des Schädels gegen die Wirbelsäule, die damit ausgeführte Abgliederung des Kopfes vom Rumpfe und das Hervortreten des Halses. Bei den älteren Wirbelthieren, den Fischen und Amphibien liegen Kopf und Schwanz in der geraden Verlängerung der Wirbelsäule und die Grenzen, wo Schwanz und Kopf in den Rumpf übergehen, sind nicht deutlich ausgeprägt. In den niedersten Reptilien unmerklich, in den höheren unverkennbar, nähert sich der Kopf der Brust und der Schwanz dem Bauche; so auf sich zusammen-

gekrümmt, finden wir die junge Schildkröte und das Hühnchen im Ei, und dieselbe eingeknickte Lage zeigen alle höheren Thiere während ihrer Entwicklung.

Die völlige Uebereinstimmung aller wesentlichen Skelettheile und Körpereigenthümlichkeiten bei Reptilien, Vögeln und Säugethieren, d. h. allen Amnion-Thieren insgesammt, läßt annehmen, daß sie, vielleicht mit einer sogleich zu erwähnenden Ausnahme, sämmtlich von einer Gruppe fünfzehiger Ur-Amnioten (Protamnion) abstammen, von molchartigen Thieren, welche die Kiemen zuerst gänzlich eingehen ließen. Ueber den Zeitpunkt, in welchem diese Thiere in die Schöpfung eintraten, giebt es verschiedenartige Ansichten, frühestens ist es in der Steinkohlenzeit, wahrscheinlich aber erst in der permischen Periode geschehen, denn obwohl die zur Steinkohlenzeit gehörigen Schichten zu den genauest durchsuchten unserer Erdrinde gehören, hat man darin noch niemals sichere Spuren eines Reptils angetroffen. Freilich ist es schwer, die Reste vorweltlicher Amphibien und Reptilien scharf auseinanderzuhalten, denn die wesentlichsten Unterschiede gehören der frühesten, keiner Erhaltung fähigen Lebensperiode und den Weichtheilen überhaupt an. Auch jener die heutelebenden Amphibien und Reptile sehr scharf trennende Charakter, die Einlenkung des Hinterhaupts an die Wirbelsäule, welche bei jenen mittelst eines doppelten Gelenkknopfs, wie z. B. bei Archegosaurus (Fig. 293) bei diesen mit einfachem Gelenkknopf geschieht, läßt sich in der Vorzeit nicht scharf verfolgen, da dieser Theil erst spät verknöcherte und selten erhalten ist. Wahrscheinlich gab es unter den Amphibien und vermuthlich auch unter den ältesten Reptilien ein- und doppelknöpfige, von denen die jüngern Reptile und Vögel einerseits, die Säugethiere andrerseits abzuleiten sind. Der amerikanische Paläontologe Cope hat in neuerer Zeit Reste eines triasischen oder permischen Amphibium gefunden, welches er Cricotus nannte und dessen Kopf nur mit einem einfachen Gelenkhöcker versehen war. Auch die Wirbelbildung desselben unterschied sich von derjenigen der Stegocephalen und erinnerte an die der Reptile. Aus seiner Gruppe, die er diejenige der Embolomeren nennt, würden wir die Reptilien und Vögel abzuleiten haben. Es muß aber dagegen erinnert werden, daß sehr viele Charaktere der Stegocephalen auf die Reptile übergegangen sind, und daß manche Verhältnisse, z. B. dreiknöpfige Gelenkhöcker, darauf hindeuten, daß der einfache Gelenkhöcker der Reptile und Vögel durch Verwachsung des doppelten der Amphibien mit Entwicklung eines Verbindungsgliedes entstanden sein mag. Die ältesten wirklichen Reptilien, z. B. der Ursaurier (Proterosaurus) bieten im Bau der Wirbel, des Schultergürtels und der Gliedmaßen (z. B. der Handwurzelknochen) noch viel größere Uebereinstimmungen mit den Amphibien als spätere Reptilien. Nachdem aber der Schritt vom Wasserthier zum reinen Luftthier einmal vollendet war, zeigen die Reptilien als älteste Luftwirbelthiere alsbald eine Mannigfaltigkeit, ein Ausdehnungsbestreben, welches uns trotz der mangelhaften Ueber-

bleibsel jener Zeit wahrhaft in Erstaunen setzt. Das Reptil nahm das Inselland als legitimer Eigenthümer in Besitz, ohne darum die Herrschaft über das Wasser aufzugeben.

Zunächst wollen wir hier einer seit der Kreidezeit gänzlich ausgestorbenen Reptilgruppe gedenken, deren Angehörige in vieler Beziehung so stark von den andern Reptilen abweichen, daß Gegenbaur, Marsh und andre Naturforscher geglaubt haben, daß sie nur eine Parallelgruppe der Reptile dar-

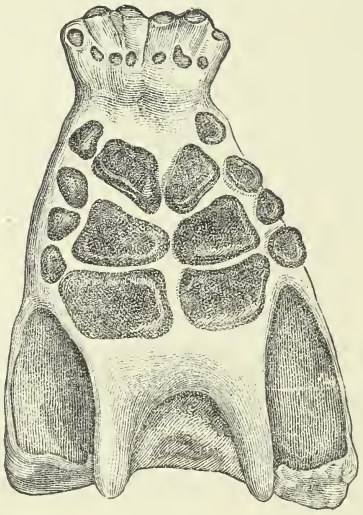


Fig. 302.
Gaumen von Placodus Andriani aus dem Muschelkalk von Bamberg. Nur die Mahlzähne sind erhalten, die stumpfkegelförmigen Vorderzähne aber ausgefallen.

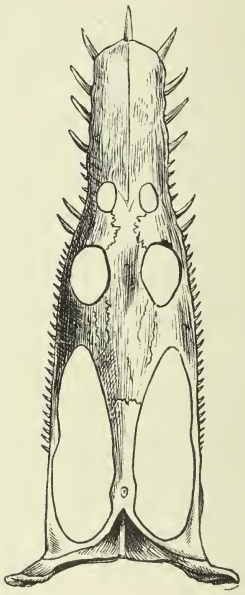


Fig. 303.
Schädel von Nothosaurus mirabilis. 1/4. Muschelkalk. Die drei Paare von Oeffnungen bezeichnen die Nasenlöcher, Augen und die großen Schläfengruben.

stelle, die sich vielleicht schon von den Urfischen und Doppelathmern herleiten ließe, die Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria). Es waren furchtbare Seeraubthiere, die in großer Zahl und Formen-Mannigfaltigkeit die Meere der Sekundärzeit bevölkerten, einfache, fischartige, auf beiden Seiten (wie Damenbrettsteine) ausgehöhlte Wirbel besaßen, und eine Länge von 10—50 Fuß erreichten. Die ganze Gestalt war fischähnlich und die vier Extremitäten bildeten ruderförmige Flossen, die in vieler Beziehung sehr von der gewöhnlichen Bildung der Amphibien- und Reptilien-Glieder abweichen. Allein eine genauere Untersuchung hat gezeigt, daß es sich hier wohl nur um einen ähnlichen, von neuem an das Wasserleben gewöhnten und dadurch umgebildeten Seitenzweig der Reptilien handelt, wie ihn die Walfische unter den Säuge-

thieren darstellen, und so sind denn unter den ältern Formen (Simosaurus- oder Neusticosaurus-Arten) noch solche erhalten, bei denen die Hinterfüße, noch die Gestalt wirkliche Schreitfüße, mit fünf verlängerten Gliedern und Krallen darboten. Im Bau des Gerüst's und der Zähne, sowie auch bei den ältern Arten in der Gestalt des Kopfes finden sich viele Erinnerungen an den Bau der Archegosaurier und Mastodonsaurier.

Man theilt sie nunmehr meist in zwei Abtheilungen, die ältern Sauropterygier, bei denen die Körperform sich mehr derjenigen der Amphibien und Reptile nähert und die der Ichthyopterygier, bei denen der Körper den Umriß eines Walfisches angenommen hat. Zu den ältesten Thieren der ersten

Fig. 304.
Plesiosaurus dolichodeirus. Aus den Liasschichten. (Restaurirt.)

Gruppe gehören die Placodonten, welche schon im Muschelkalk vorkommen, von denen man aber meist nur die fast fußlangen Schädel (Fig. 302) besitzt. Nach der Bildung der auf Gaumenbein und Oberkiefer befestigten, pflastersteinartigen Mahlzähne hatte man diese Schädel ursprünglich für Fischschädel gehalten, bei denen eine solche Bezahnung des Gaumens, wie wir früher erfuhren, häufig vorkömmt. Wegen vollständigerer Erhaltung ihrer Gerippe genauer vorstellbar, tritt uns die ebenfalls im Muschelkalk ziemlich formenreich vertretene Familie der Bastardsaurier (Nothosaurus, Fig. 303) entgegen, die einen kleinen Kopf mit langen unverwachsenen Fangzähnen (wie Placodus) auf einem langen Schlangenhalse trugen und mit ihrem gedrungenen Leibe, kurzen Füßen und Schwanze einem gerupften Schwan von zehn Fuß Länge nicht unähnlich gewesen sein mögen. Ihnen ähnlich, nur auf noch längerem Halse den kleinen Kopf wiegend, scheint der Schlangendrache Plesiosaurus, Fig. 304), dessen Gerippe in Masse die Liasschichten Schottlands erfüllen, ihr Leibeserbe gewesen zu sein. Der mehr als dreißig Wirbel zählende Hals, der sich gegen die Brust zu entsprechend verbreiterte, gab auch den verschiedenen Angehörigen dieser Gattung wahrscheinlich das Ansehen

majestätisch auf der Meeresoberfläche rudernder, federloser Riesenschwäne, denn der nicht allzulange Reptilienschwanz war als Steuer untergetaucht und die mächtigen, zur Bewegung auf dem festen Lande kaum geeigneten, langen Ruderfüße waren es ebenfalls. Aber bei aller fremdartigen Grazie wiegt der Eindruck des riesenstarken Gliedmaßenbaues und der stark entwickelten Bauchrippen in unserer Phantasie über und wir werden den Gedanken eines höchst gefräßigen, vortrefflich tauchenden, sein Gebiß mit fürchterlicher Gewalt tief in's Wasser oder weit über das Ufer schleudernden, Alles zerhackenden und unwiderstehlich kämpfenden Thieres nicht los.

Unter den amerikanischen Seedrachen-Arten, ragt der von Cope entdeckte Elasmosaurus platyurus hervor, ein dem Plesiosaurus ähnliches Thier von 50 Fuß Länge, mit einem 22 Fuß langen Schwanenhalse. Wahrscheinlich schwamm es, wie der amerikanische Schlangenhalsvogel (Aninga) mit unter-

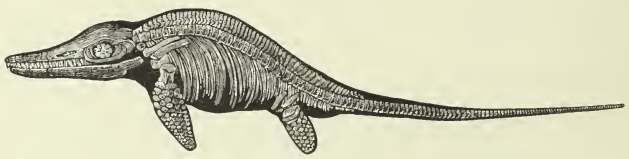


Fig. 305.
Ichthyosaurus communis. Aus den Liasschichten. (Restaurirt.)

getauchtem Kopfe einige Fuß tief unter der Oberfläche, um die Fische zu erspähen, die ihm zur Nahrung dienten, fuhr dann plötzlich, um Luft zu holen, mit dem Kopfe hoch über die Meeresoberfläche empor, zog eine Weile majestätisch wie ein Riesenschwan über die Wellen, um dann beim plötzlichen Gewahren einer Beute, den Kopf in gewaltigem Bogen unter das Wasser zu schleudern und eine Schaummasse zu erregen, als ob plötzlich ein Felsen in's Meer gestürzt wäre. Bei einer anderen amerikanischen Art (Polycotylus latipennis) die sich durch kürzern Schwanz unterschied, müssen wir eine gewaltige Ruderkraft voraussetzen, denn von den vier Fuß langen Ruderfüßen, bot jeder eine Oberfläche von zwölf Quadratfuß.

Nicht weniger ehrfurchtgebietend treten uns ihre sehr unähnlich entwickelten Vettern, die gleich den Walen bis zur Buckligkeit kurzhalsigen Fischsaurier (Ichthyosaurus, Fig. 305) entgegen, bei denen die Fischähnlichkeit auch in der Verkürzung der Arm- und Beinknochen, sowie der Hand- und Fußknöchelchen viel weiter fortgeschritten ist, so daß man die Gruppe, deren Hauptvertreter sie darstellen, als diejenige der Ichthyopterygier bezeichnet. Der gewaltige Schädel dieser eine Länge von vierzig Fuß und darüber erreichenden Thiere trug in den schnabelförmig verlängerten Kiefern bis 160 spitze, ineinandergreifende Zähne vom Bau der Archegosaurier-Zähne, die immerfort von unten her, durch neue ersetzt wurden, schneller beinah, als sie sich ab-

nutzten (Fig. 306). Diese Ueberproduktion im Zahn-Material ist ein gemeinsamer Charakter der Fische, Amphibien und Reptile. Die zuweilen menschenkopfgroßen Augen waren, wie bei manchen Panzerlurchen (Fig. 291), durch einen Ring von Knochenplatten strahlig eingefaßt. Die Brust war fast ebenso stark wie die des Plesiosaurus durch Rippen verwahrt, aber dazu kam noch ein T-förmiges Brustbein und der Rumpf endigte in einem längern Schwanz. Das ganze Thier macht nach außen den Eindruck der großen Wassersäugethiere unserer Meere, und wir sehen, daß also schon den Meeren der Sekundärzeit delphinartige Riesen nicht fehlten. Man schließt aus der Masse fossiler

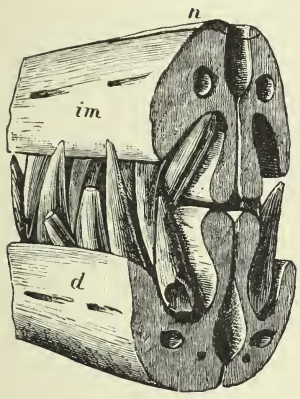


Fig. 306.
Gebiß von Ichthyosaurus posthumus.
im Zwischenkiefer. n Nasenbein.
Bohnerz von Melchingen.

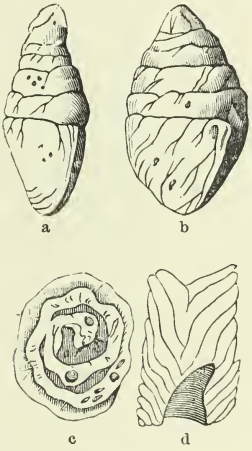


Fig. 307.
Coprolithen.
a, b Aeußeres Ansehen. c Querschnitt. d Senkrechter Durchschnitt.

Kothablagerungen dieser Thiere auf ihre Gefräßigkeit zurück. Diese sogenannten Coprolithen (Fig. 307) werden wegen des marmorirten Aussehens, welches die vielen unverdaueten Fischschuppen, Gräten u. s. w. der Schlifffläche mittheilen, häufig zu Schmucksachen verarbeitet, und es wird deshalb nicht gegen die Gesetze des guten Tones verstoßen, wenn wir hier auch von der Form dieser Reliquien der Vorwelt ein Wort hinzufügen. Sie haben nämlich eine eigenthümlich gewundene Gestalt, welche auf das einstige Vorhandensein einer Spiralfalte oder Klappe im Darm, wie sie die meisten älteren Fische, die Selachier, wie die Ganoiden und ihre lebenden Verwandten die Haie, Störe und Doppelathmer noch heute besitzen, hindeutet. Eine einfache Falte, die sich schon bei den Neunaugen angedeutet findet, hat einen mehr oder weniger langen Theil des Mastdarms in eine förmliche Wendeltreppe (beim Fuchshai mit 24 Windungen!) verwandelt. So giebt uns der geringste und von einem scheinbar verächtlichen Ueberreste ausgehende Rück-

schluß auf die Organisation der Weichtheile sofort einen bedeutsamen Wink über die vielen Einzelnheiten des Körperbaus, die sich als Erbschaften von den Urfischen und Doppelathmern bei diesen nur wenig aus dem Wasser gekommenen Reptilien erhalten hatten.

Noch weiter ging die Zurückbildung in ein fischähnliches Reptil bei der aus amerikanischen Juraschichten stammenden Gattung Baptanodon (Sauranodon), welche die daselbst gänzlich fehlende, in Europa weitverbreitete Gattung Ichthyosaurus ersetzt und bei der die Kiefer, wie bei manchen Walthieren, alle Zähne verloren hatten, weshalb Marsh für sie eine besondre Ordnung aufstellen mußte. Auch in ihren Extremitäten zeigen die Knochen den höchsten Grad von Umbildung. Oberarm- und Oberschenkelknochen sind in ihren Ruderbeinen die einzigen, trotz ihrer Verkürzung noch an den früheren Zustand erinnernden Knochen; die Unterarm- und Unterschenkelknochen sind dagegen, gleich den Phalangen der Zehen in rundliche, dem knorplichen Grundgewebe eingebettete Scheiben verwandelt. Gleichzeitig erscheinen diese Knochen nicht nur an sich, sondern auch in der Zahl ihrer Reihen vermehrt, als ob sie nicht von einer fünfgliedrigen Extremität hergeleitet werden könnten. Bei einigen Ichthyosaurus-Arten hat man sogar bis 7 solcher Phalangen-Reihen beobachtet und eben daraus geschlossen, daß sie einer andern, direkt von den Fischen mit mehrgliedriger Flosse abzuleitenden Wirbelthier-Reihe angehören müßten. Aber bei der sonst in allen Einzelnheiten der Organisation vorhandenen Uebereinstimmung mit dem Bau älterer Reptilien scheint es gerathener, auch diese Vermehrung der Phalangen-Reihen auf die Umbildung der Schreitfüße in Ruderfüße zu schreiben. Vielleicht möchten sie sich auch von einer mehrfingrigen Mißbildung herleiten, wie sie noch beim Menschen vorkommt und erblich zu sein pflegt. Hier mochte dann der mehrzehige Fuß um so zäher vererbt worden sein, als er die Breite der Ruderflosse vermehrte.

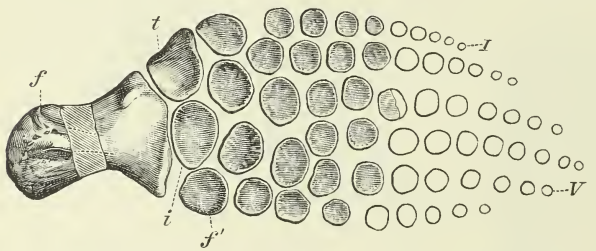


Fig. 308.
Linke Hinterpfote von Baptanodon discus. 1/8 natürl. Größe, von unten gesehen. f Oberschenkelbein. t Schienbein. f' Wadenbein. i Das bei entwickelteren Füßen in die folgende Reihe gedrängte Zwischenbein. I Erste, V fünfte Zehe. (Nach Marsh.)

Die Seedrachen machen in ihrer Gesammtorganisation den Eindruck, als wenn sie nicht gleich Krokodilen, Schildkröten und andern Wasser-Reptilien im Stande gewesen wären, die Ufer zu besuchen und ihre Eier im Seesand abzulegen. In der That deutet ein glücklicher Fund, bei dem man ein Junges im Körper der Mutter fand, darauf hin, daß sie wahrscheinlich ihre

Jungen lebendig zur Welt brachten. Sei dem aber, wie ihm wolle, jedenfalls waren die Ichthyopterygier die letzten ihres Stammes, welcher nur in einzelnen Gegenden die Tertiärzeit erlebt zu haben scheint und sich nicht etwa in die Wassersäugethiere der spätern Zeit fortsetzt. Die Aehnlichkeiten sind keine größeren, als wie sie eine gleiche Lebensweise überall in der Natur erzeugt; sie füllten die Stelle aus, welche später andre Reptile und Säugethiere von ähnlicher Entwicklung fortführten.

Die ältesten Reptilien im engern Sinne, d. h. mit Ausschluß der Seedrachen, waren eidechsenartige Thiere, die sich nahe mit den alten Panzerlurchen berührt haben mögen und schon in den permischen Schichten ziemlich häufig vorkommen. Von ihnen erbte das gesammte Geschlecht die von den ältern Doppelathmern und Amphibien überkommene, allgemeine Wappnung

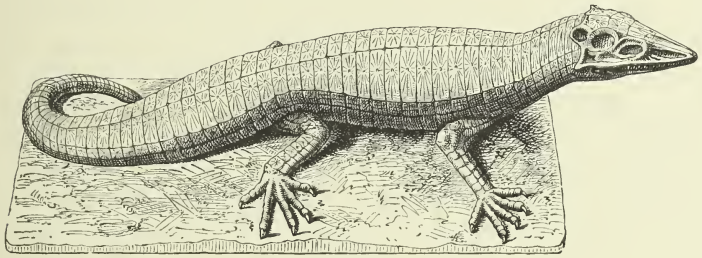


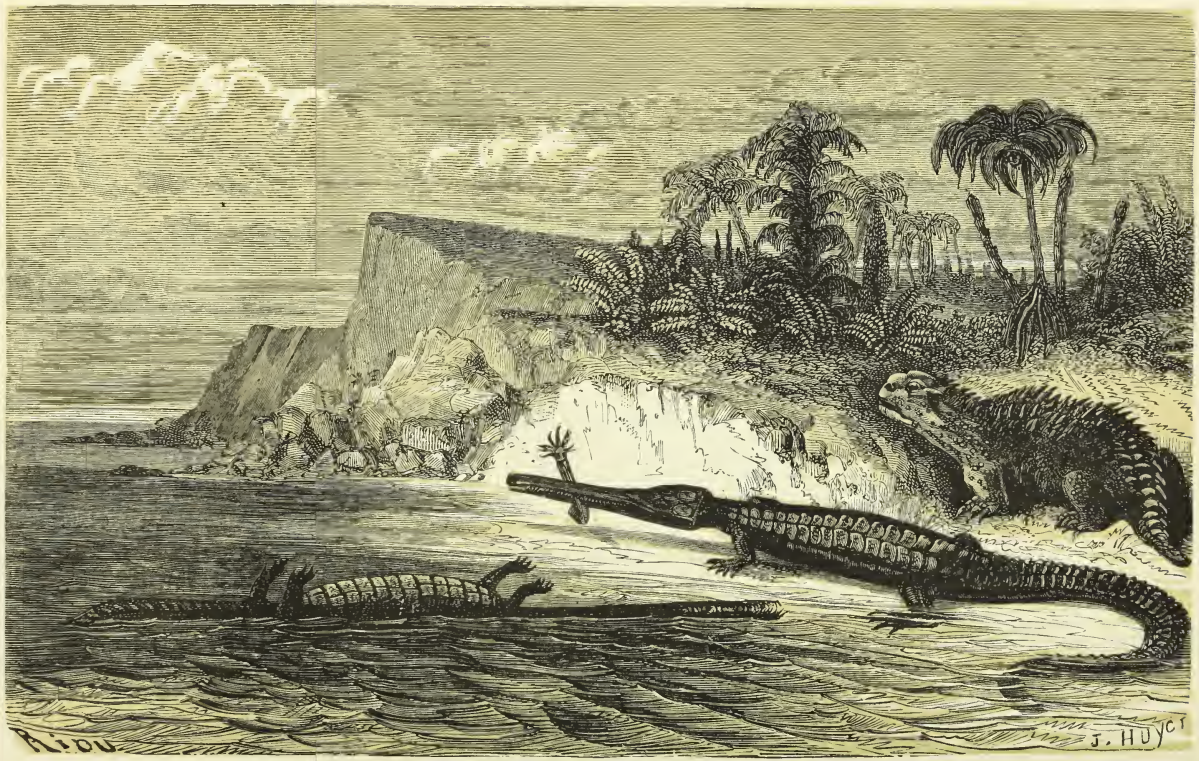
Fig. 309.
Aëtosaurus ferratus Fraas. Die gepanzerte Vogel-Eidechse von Stuttgart (restaurirt).
(Nach einem als Briefbeschwerer gearbeiteten Modell von A. Stotz in Stuttgart.)

der Oberhaupt, die sich, wenn auch öfters in rückgebildeter, Form durchweg bei ihnen erhalten hat, während die meisten heute lebenden Amphibien Nackthäuter geworden sind. Aber während die Schuppen der Fische und Amphibien vorzugsweise aus kalkhaltiger Substanz bestanden, werden sie bei den Reptilien vorwiegend aus Hornsubstanz gebildet; es besteht also darin ein ähnliches Verhältniß wie zwischen Wasser- und Luftgliederthieren. Zu den ältesten als Stammeidechsen oder Tocosaurier bezeichneten Thieren gehörte der schon erwähnte Proterosaurus und wahrscheinlich auch die kürzlich unweit Stuttgart im Keuper gefundene, und von Fraas studirte Vogeleidechse (Aëtosaurus, Fig. 309). Der ganze Körper dieses merkwürdigen, in vortrefflichen Exemplaren erhaltenen 0,80 m langen Thieres, war vollständig, vom Schädelbein bis zum letzten Schwanzwirbel in ein System von Panzerplatten mit zierlicher Skulptur eingehüllt, die nicht wie bei den Krokodilen hornartig, sondern durch und durch verknöchert waren, wie denn kein diesem Thiere vergleichbares Reptil heute existirt. Die Charaktere der verschiedenen Reptilienklassen und die der Vögel obendrein, vereinigen sich in diesem Thiere. In den Beinen und im Schulter- und Beckengürtel mischen sich auf das Seltsamste die

Charaktere der Eidechsen, Krokodile, Schildkröten und Dinosaurier. Der Kopf ist specifisch vogelartig und in der Bezahnung, wie in den Zähnen selbst, gleicht das Thier einer Flugeidechse. So vereinigt diese zierliche Panzerechse der ältesten Zeiten die Charaktere der Hauptlinien der ganzen Gruppe in seinem Bau und kann daher als ein treffliches Beispiel von der gemischten Organisation der Stammsaurier dienen.

Unter den jetzt lebenden Eidechsen, die bei aller mit der Zeit vorgegangenen Veränderung und Ausscheidung der in anderen Linien erhaltenen Charaktere, als die gradeste Fortsetzung des Grund- und Hauptstammes der Reptilien betrachtet werden müssen, nähern sie die sogenannten Warneidechsen (Monitor oder Varanus) des Orients, sowie die Brückeneidechsen (Hatteria) Neuseelands am meisten dem gemeinsamen Mutterstamm, und die letzteren haben sogar noch biconcave Wirbel wie die Fische, Amphibien, ältesten Reptile und Vögel. Ebenso bieten sie noch die meisten Aehnlichkeiten mit den Krokodilen oder Panzerechsen, einer in eigenthümlicher Richtung fortgebildeten Eidechsenfamilie, zu der sie deutlich einen Uebergang bilden. Die Wirbel zeigen je nach der verschiedenen Lebensweise der Reptile eine sehr verschiedene Umbildung. In der Regel sind aus den biconcaven, damenbrettähnlichen Wirbeln der ältern Reptile und Vögel, später solche geworden, die auf der einen Seite einen Gelenkknopf, auf der andern eine Gelenkhöhle zeigen, was einer vollkommneren Gelenkigkeit entspricht, und zwar kann sich dabei der Gelenkknopf nach vorn und die Pfanne nach hinten richten oder umgekehrt. Ebenso große Verschiedenheiten zeigen die Zähne, welche bald an den Kiefern angewachsen, bald in Rinnen, oder in besondern Höhlen stehen, abgesehen von ihrer sehr verschiedenen, durch die Ernährungsweise bedingten Gestalt.

Die Krokodile der Vorzeit und Jetztwelt lassen, wie Huxley und Owen gezeigt haben, bei ihrem Studium durchaus den Eindruck einer klarverständlichen und beinahe lückenlosen Entwicklungsreihe, so daß sie von Huxley nach der Zeit ihres Auftretens in drei große Klassen getheilt werden könnten: Parasuchia, Mesosuchia und Neosuchia. Die ältesten Krokodile betteten sich bereits in den Keuperschlamm, und zeigten damals eine auffällige Annäherung an die Landeidechsen, sowohl was die Bildung des Kopfes und Gebisses, wie der übrigen Körpertheile betrifft. Die Nasenlöcher öffneten sich noch nicht, wie bei den späteren Krokodilen an der Spitze der Schnauze zu einem gemeinsamen Athemloch, sondern lagen, wie bei den Eidechsen, den Augen näher. Auch hatten sie, wie die meisten ihrer Zeitgenossen, noch beiderseits vertiefte Wirbel. Ihre Kiefer, mit starken eingepflanzten Zähnen, unterschieden sich noch nicht so auffallend von den Kiefern damaliger Eidechsen, wie diejenigen ihrer beiderseitigen Nachkommen. Die ältesten Krokodile hatten sonst viele Aehnlichkeit mit dem langschnäuzigen Gavial, dem Krokodil des Ganges, zuweilen wie bei dem Belodon (Fig. 310) gab eine nasenartige Erhebung des



Teleosaurus und Hyläosaurus.

Oberkiefers mit raubvogelartig herabgebogener Spitze dem Kopfe Aehnlichkeit mit der für den fabelhaften Greif typisch gewordenen Bildung.

Die mesozoischen Krokodile, zu denen der auf unserer Tafel XIII abgebildete Teleosaurus der Jurazeit gehört, hatten ebenfalls meist doppelhöhlige Wirbel, zuweilen sehr verlängerte Schnauzen mit an die Spitze vorgeschobenem Nasenloch (Fig. 311), und waren in einen viel stärkeren und vollständigeren Panzer eingehüllt, als ihre Nachfolger, zweifellos zum Schutze gegen die Ichthyosaurier, Plesiosaurier und anderer Raubreptile, die mit ihnen das Wasser bewohnten. Seit aber diese mächtigen Räuber am Ende der Sekundärzeit verschwunden sind, ist die Panzerung der Krokodile geringer geworden, und die Verminderung des Gewichtes und der Steifigkeit hat ihnen erlaubt, die Ufer zu besuchen, um die dort häufiger werdenden Landsäugethiere anzugreifen. Damit hängt nach Owen die Verstärkung und Verlängerung der Vorderglieder und die Veränderung der Wirbel, welche letztere nach hinten convex wurden, bei den neu-

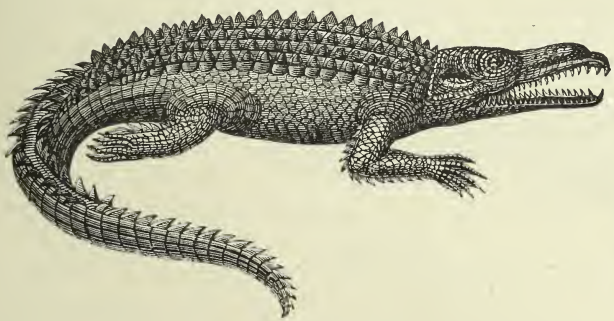


Fig. 310.
Neckarsaurier (Belodon) restaurirt, aus den badischen Keuperschichten.

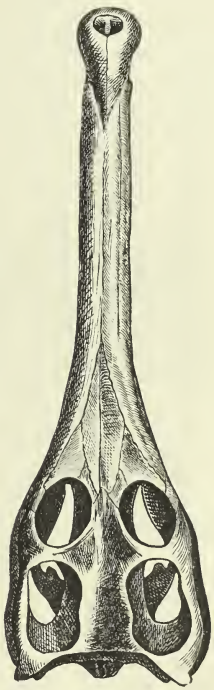


Fig. 311.
Teleosaurus minimus (Lias).

zeitlichen Krokodilen zusammen, was ihnen erlaubte, sich auf dem Lande behender zu bewegen. Der Unterschied der Stellung der Nasenlöcher und anderer damit in Verbindung stehender Veränderungen in der Nasen- und Gaumenbildung, hängen anscheinend mit der von den jüngeren Krokodilen erworbenen Fähigkeit zusammen, ein kräftiges Säugethier untergetaucht zu halten, ohne dem Wasser Eintritt in die an die Spitze der Schnauze hinaufgerückten Nasenlöcher und zur Luftröhre zu gestatten. Die jetzt allein noch lebenden Gaviale und Alligatoren kommen erst in den Kreideschichten und seit der Tertiärzeit vor, und die Formen, welche heut in Afrika, Asien, Neuholland und Amerika getrennt leben, lebten theils im vorzeitlichen Europa

nebeneinander, theils enthielten die damaligen Arten die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale ihrer Nachkommen in derselben Person vereinigt. Von den gegenwärtig äußersten Gliedern der Krokodilreihe sind die Gaviale einem ausschließlichen Wasseraufenthalt, die Krokodile und Kaimans dem Besuche der Ufer angepaßt und darnach modificirt.

Eine den Krokodilen ziemlich parallel entwickelte Familie von Wassersauriern bilden die nach dem Orte Maastricht, wo das erste Exemplar gefunden wurde, sogenannten Maassaurier. In Europa hat man von ihnen nicht viel mehr als einen Vertreter (Mosasaurus) mit drei Meter langem Kopf gefunden; desto häufiger scheinen sie in dem Meere gewesen zu sein, welches in der Kreidezeit an den Klippen des Felsengebirgs brandete, und der berühmte amerikanische Paläontologe O. Marsh erblickte einst bei einem Ritte durch die Schluchten dieses alten Seebeckens sieben Skelette auf einmal. Das unter seiner Aufsicht stehende Museum des Yale-Collegs von New-Haven, eine der reichsten aller vorhandenen paläontologischen Sammlungen, enthält die Knochen von nicht weniger als 1400 Individuen, unter denen viele vollständige Skelette sind.

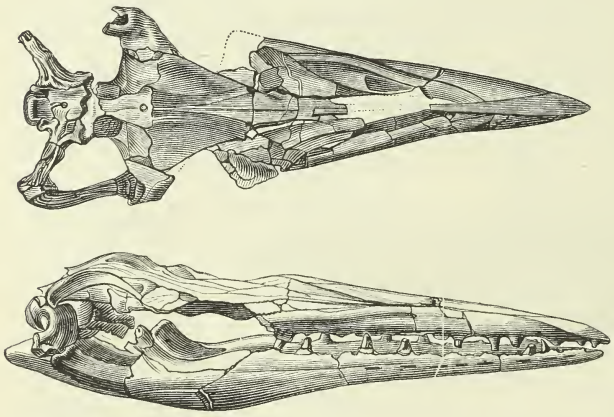


Fig. 312.
Schädel von Clidastes propython. Aus der Kreide von Alabama.

Diese Thiere, bei denen man bereits viele Gattungen unterschieden hat, zeichneten sich durch ihren sehr lang gestreckten, mitunter 80 Fuß langen Leib aus, der theilweise mit Knochenplatten gepanzert war, während die Augen von einem Knochenring wie bei Ichthyosaurus umgeben waren. Sie hatten vier, meist ganz kurze Ruderfüße, welche die Schlangenähnlichkeit des äußeren Ansehens nicht störten, im Uebrigen richtige, fünfzehige Eidechsenfüße, die ohne Aehnlichkeit mit den Seedrachenfüßen waren, und im Skelet eher an die Robbenschaufeln erinnern. Auf diese Weise glichen sie den Vorstellungen, die man sich von ungeheuren Seeschlangen macht, mehr als irgend ein Thier der Vor- oder Jetztwelt. Auch die Bildung des Gebisses, die Einlenkung und bewegliche Verbindung des Unterkiefers mit dem Schädel erinnert bei diesen ungeheuer in die Länge gestreckten Wassereidechsen auffallend an die Bildung des Schlangenrachens und seine erstaunliche Erweiterungsfähigkeit. Cope

hat deshalb die Vermuthung aufgestellt, daß diese sogenannten Pythonomorphen oder Riesenschlinger wirklich die Ahnen der Schlangen seien, wobei er darauf aufmerksam machte, daß im Beginne der Tertiärzeit an den atlantischen Küsten Seeschlangen von 30 Fuß Länge (Titanophis genannt) gelebt haben, ehe es Landschlangen gab. Er hat auch eine Mosasaurier-Art, deren Schädel wir hier abbilden (Fig. 312) im Beinamen als Urschlange bezeichnet.

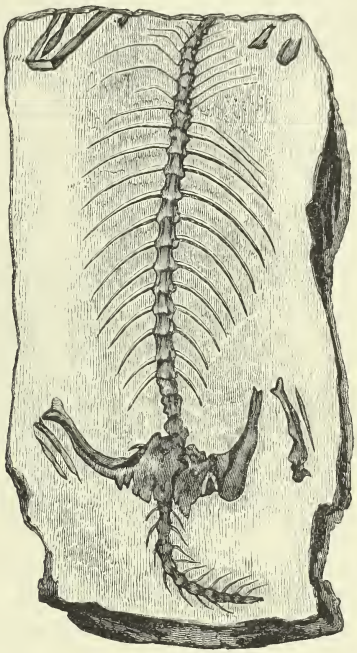


Fig. 313.
Telerpeton elginense.

Die Familie der jüngern ungepanzerten Eidechsen oder Lacertilien hat in der Vorzeit nicht entfernt die Mannigfaltigkeit entwickelt, wie heutzutage und keine erhebliche Rolle gespielt. Eine der ältesten hierhergehörigen Formen ist Telerpeton elginense (Fig. 313), deren Fundort zu Elgin in Schottland aber nicht, wie man früher glaubte, dem alten rothen Sandstein angehört, sondern den Trias-, vielleicht gar den Liasschichten. Die Eidechsen sind durch die Vielseitigkeit interessant, mit der sie sich in der Neuzeit den verschiedensten Aufenthaltsorten und Ernährungsweisen angepaßt haben. Da giebt es Arten, die sich mit Hülfe eigener Haftzehen an glatten Felsen, senkrechten Wänden und Zimmerdecken bewegen können (Gecko's), andre, die sich mit zangenartigen Füßen auf Baumzweigen festklammern, die Farbe ihrer Umgebung annehmen, um nicht so leicht gesehen zu werden und unbeweglich lauern, bis ein Insekt naht, welches sie mit weithervorstreckbarer Zunge fangen können (Chamäleons). Noch andere Arten, die auf Bäumen leben und ebenfalls den Insekten nachstellen, haben ihre Rippen verlängert, um eine Flughaut aufgespannt zu halten, die sie beim Springen als Fallschirm gebrauchen, wie der sogenannte „fliegende Drache" (Fig. 314). Viele dieser in warmen Ländern lebenden Arten erlangen ansehnliche Größe, tragen prächtige Farben und die Männchen sind in der Paarungszeit mit allerlei Kämmen und Auswüchsen geziert, die am abenteuerlichsten bei den sogenannten Basilisken ausfallen. Viele sind mit einer pfeifenden Stimme begabt, und manche, wie der grüne Drache, tragen einen Kehlsack.

Einer andern Unterordnung, die man auch als Kurzzügler unterscheidet, gehören die Schleichen an, welche ausschließlich an der Erde leben, und

häufig das eine oder beide Fußpaare eingebüßt haben. Manche von ihnen, wie die den Cäcilien unter den Amphibien vergleichbaren Amphisbänen wühlen den Regenwürmern ähnlich in der Erde, und ihre kleinen Augen, die sie wenig gebrauchen, werden von der Haut bedeckt. Andre Schleichen haben ein sehr schlangenähnliches Aussehen. Man bemerkt leicht, daß diejenigen Arten dieser Gruppe, welche ihre vier Beine behalten haben, meist nur mäßig lange Thiere, von oft geradezu gedrungenem Körperbau sind. Solche Arten dagegen, die sich durch starke Vermehrung der Wirbelstücke sehr in die Länge strecken, pflegen auch eine Tendenz zu äußern, die Beine eingehen zu lassen, die sich nicht geeignet erweisen, einen so langen Körper zu tragen. Ein

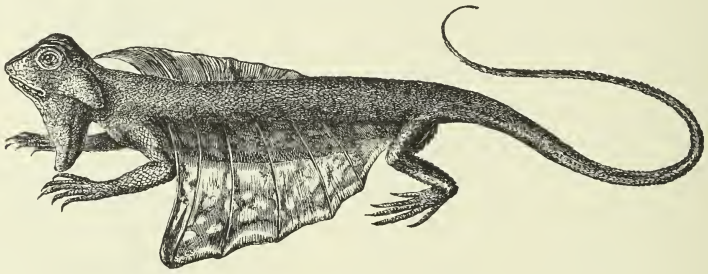


Fig. 314.
Der fliegende Drache (Draco volitans).

wurmförmiges Thier muß entweder viele Beine oder gar keine haben. Darum finden wir schon unter den Amphibien langgestreckte Thiere mit zwei ganz winzigen Stützbeinen oder ohne alle Gliedmaßen. Unter den Eidechsen haben wir sowohl Zweihänder als Zweifüßer, bei dem Scheltopusik (Pseudopus) sind nur noch zwei Knötchen statt der Füße vorhanden, bei den Blindschleichen sind die Stumpfe wohl noch vorhanden, aber unter der Haut verborgen.

Es würde leicht sein, von diesen fußlosen Schleichen die Schlangen, welche erst seit der Tertiärzeit ihren unliebsamen Platz in der Thierwelt einnehmen, herzuleiten, wenn sie nicht in der Einrichtung ihres weit ausdehnbaren Schlingapparates und ihrer beweglichen Gesichtsknochen noch mehr an die oben (S. 426) besprochenen Pythonomorphen erinnerten. Bei den „Stummelfüßern", zu denen die Riesenschlangen gehören, findet man noch Rudimente des Beckens in Gestalt zweier höckerförmigen Stumpfe, als Erinnerung an die Abstammung von Vierfüßlern. Die meisten andern Schlangen sind ohne solche Ueberreste. Sie erprobten es eben als ungleich förderlicher, sich mit Hilfe der Rippen fortzubewegen, als auf den Füßen. Ebenso hat sich bei so lang gestreckten Thieren, die von doppellungigen Thieren abstammen, nur der eine Lungenflügel erhalten können, der sich in den Bauch verlängert und zwar ebensowohl als bei den Schlangen, auch bei langgestreckten Amphibien (z. B. den Cäcilien) und Schleichen, aber an der Spitze dieser gestreckten

Lunge entdeckt man zugleich die Rudimente der andern Hälfte, als Zeichen der Abstammung. Nur die Riesenschlangen, die sich durch Andeutung des Beckens als Grundstamm zu erkennen geben, besitzen in der Jugend noch etwas mehr von der zweiten Lungenhälfte und die Schleichen haben noch anderthalb Lungen. So finden sich in einzelnen Beziehungen schlangenähnliche Thiere in weitem Kreise, die aber keine unmittelbare Verwandschaft mit den Schlangen zu haben brauchen. In Bezug auf Einlenkung der bedeutend vermehrten Wirbel und dadurch erzielte Gelenkigkeit stehen die eigentlichen Schlangen obenan unter den Reptilien, aber in jeder andern Beziehung sind sie als Rückbildungen zu betrachten, ein höchst einseitiger, in vielen, nur unbedeutend von einander abweichenden Formen entwickelter Nebenzweig des großen Stammes. Die religiöse Symbolik ist deshalb vielleicht vom naturhistorischen Standpunkte aus gerechtfertigt, wenn sie dieses ganz in einen Schwanz aufgelöste Thier als ein Bild des Abfalls vom Wege der Natur, als den im Dunklen lauernden Feind alles Fortschritts betrachtete. Die hinterlistige Waffe des Giftzahnes war freilich bei jener Auffassung mehr maßgebend, als das Zurücksinken auf den Wurmtypus, obwohl selbst die Bibel das auf dem Bauche Kriechen als Strafe erwähnt, voraussetzend also, daß die Vorfahren der Schlangen, wie es der Wirklichkeit entspricht, Beine besaßen.

Was nun den Giftzahn anbetrifft, so kommt er den Schlangen nicht ausschließlich zu, denn in den letzten Jahren ist unzweifelhaft festgestellt worden, daß auch gewisse Eidechsen, namentlich die nordamerikanische Schuppen-Eidechse (Heloderma suspectum) einen Rinnenzahn besitzt, der das Gift einer kleinen Drüse in die Wunde leitet, so daß ihr Biß mit Recht sehr gefürchtet ist. Solche Giftzähne mit offner Rinne haben auch verschiedene Giftschlangen, und auch der geschlossene Kanal des vollendeten Giftzahns, erscheint in der Jugendentwicklung des Thieres zuerst als offene Rinne, deren Ränder sich nach oben schließen, und uns so die Entstehung des Giftzahnes vorführen. Was die Giftdrüse anbetrifft, so scheint sie nur eine Modifikation der Speicheldrüse zu sein. Wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, ist auch der Speichel der andern Thiere, ja selbst der des Menschen, bis zu einem gelinden Grade und unter gewissen Umständen giftig. Die Giftdrüse der Schlangen ist somit kein Organ, welches den andern Thieren fehlte und unvorbereitet, wie ein Geschenk der Hölle, als welches man es früher auffaßte, bei diesen Thieren auftritt. Auf der andern Seite hat auch das Schlangengift manche Eigenthümlichkeiten des Speichels behalten, namentlich die emulsirenden und verdauenden Eigenschaften des Sekrets der Bauchspeicheldrüse. Bei den Trugnattern, in deren Gebiß nicht die vordersten Zähne, wie bei den eigentlichen Giftschlangen, sondern die hintersten zu Rinnenzähnen umgebildet sind, scheinen dieselben auch mehr als Einspeichelungs-Vorrichtungen als zur Waffe zu dienen und eine derartige tiefer eindringende Einspeichelung mag bei Thieren, die ihre Beute unzerkaut verschlingen, besonders nützlich sein.

Die Verwendung der Rinnenzähne als Waffe mag dann allmälig hinzugekommen sein, und die Giftigkeit des Sekrets sich gesteigert haben; die anscheinend ältesten Schlangen besitzen keine Rinnenzähne.

Der Rückbildung des Eidechsentypus zum Kriechthiere stand in einer andern Richtung ein Dädalus-Versuch gegenüber, die Besitznahme des Luftreiches. Wie die Reptilien in den Tagen der Sekundärzeit Feld und Wald, Sumpf und See mit ihren mannigfaltigen Leibeswandlungen als fast ausschließliche Domäne eroberten, so konnten sie unmöglich die Luft den Insekten allein überlassen. Die lange Zunge, welche einzelne von ihnen diesen Fliegern wie eine Luftangel nachschleuderten, scheint ihnen bald nicht mehr genügt zu haben, sie sprangen von den Steinen, auf denen sie sich sonnten, von den Aesten der Bäume, deren Laub ihnen zum Verstecke dient, hinterdrein, um die Beute im Sprunge zu haschen. Auf die verschiedenste Weise sehen wir die Naturzüchtung thätig, solchen springenden Insektenfressern Organe zu schaffen, welche die Heftigkeit eines jähen Falles durch Ausbreitung eines Fallschirmes hindern. Während bei den sogen. fliegenden Fischen die Flossen zu diesem Zwecke sich vergrößern, bei dem sogenannten fliegenden Drachen Ostindiens (Fig. 314) eine an falschen Rippen befestigte Flatterhaut demselben Zwecke dient, war es bei den Reptilien der Sekundärzeit eine der Flughaut der Fledermäuse in vielen Punkten entsprechende Bildung, welche ihnen den Besuch des luftigen Elementes ermöglichte. Indessen waren bei den Flugeidechsen (Pterodactylus, Fig. 315) nicht mehrere Finger, wie bei den Fledermäusen, verlängert, um wie die Rippen eines Regenschirms die Flughaut aufgespannt zu halten, sondern diese heftete sich nur an den allein und auffallend stark verlängerten kleinen Finger und wendete sich von dessen Spitze, einen scharf ausgezogenen Winkel bildend, zum Hinterkörper zurück.

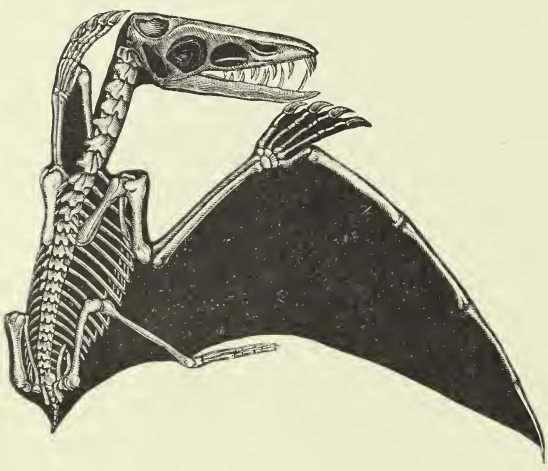


Fig. 315.
Restauration von Pterodactylus crassirostris.

Man glaubte anfangs, daß, wie es die vorstehende Restauration versinnlicht, vier Krallen der Vorderfüße zum Ergreifen der Beute und zum Aufhängen im Schlafe frei gewesen wären, allein neuere Untersuchungen von Marsh u. A. haben gezeigt, daß wahrscheinlich nur die Krallen 2—4 frei

waren, und daß ein rudimentärer Theil des Daumens in einen Flughautknochen verwandelt war, der eine über den Arm hinausragende und zur Schulter gehende Falte der Flughaut gespannt erhielt. In neuerer Zeit hat man die Abdrücke der Flughäute mehrerer jurassischer Arten mit den Gerippen im Solenhofer Schiefer gefunden, und Fig. 316 zeigt den besterhaltendsten derselben, welchen O. Marsh für das Yale-Museum zu New-Haven erwarb, und die in Fig. 317 dargestellte Restauration desselben lieferte, bei welcher die Schulterfalte angedeutet ist. Diese wahrscheinlich etwas ältere Gattung (Ramphorhynchus) zeichnet sich unter anderm vor den Pterodactylus-Arten durch ihre schnabelförmig verlängerten Kiefer und einen viel längern Schwanz aus, der bei mehreren Arten länger als der ganze Körper wurde und bei der in Fig. 317 dargestellten Art an der Spitze eine senkrecht stehende, von Dornfortsätzen der Wirbel gesteifte rhombische Membran trug, die dem Thier als Steuerruder diente. Bei andern Arten derselben Gattung fehlte dieses Ruderblatt und der etwas verkürzte Schwanz zeigt in seiner ganzen Ausdehnung Flossenstrahlen, die einigermaßen an den Schwanz

Fig. 316.
Rhamphorhynchus phyllurus Marsh. 1/4 der natürlichen Größe. Das Thier liegt auf dem Rücken und zeigt die untere Fläche der Flügel-Membranen, sowie die linke Seite der Schwanz-Membran. Aus dem lithographischen Schiefer von Eichstädt (Bayern).

der Haie und Rochen erinnerten. Man hat daraus geschlossen, daß einige dieser Arten sich mit Vorliebe im Wasser aufgehalten haben, um wie fliegende Fische daraus emporzuschnellen. Die in der Fig. 318 versuchte Darstellung eines auf dem feuchten Uferschlamm daherschreitenden Thieres, bei welchem

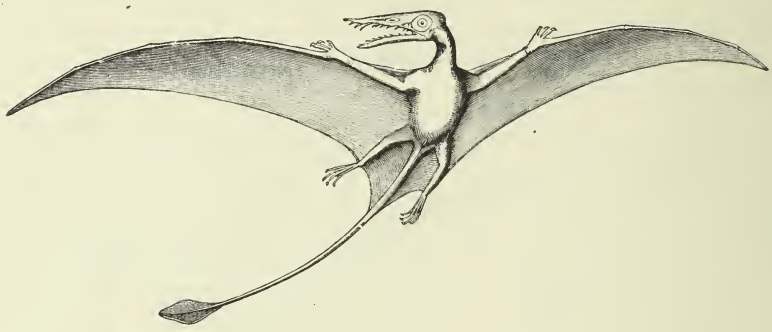


Fig. 317.
Restauration von Rhamphorhynchus phyllurus Marsh. $^1/_7$ der natürlichen Größe.

der Schwanz eine mittlere Furche zieht, die Hinterfüße die dreizehigen Spuren und der aufgestützte Flugfinger den einfachen Eindruck hervorbringen, ist allerdings lediglich auf Grund derartiger jurassischer Fährtenplatten entworfen, von denen man keineswegs mit Sicherheit behaupten kann, daß sie

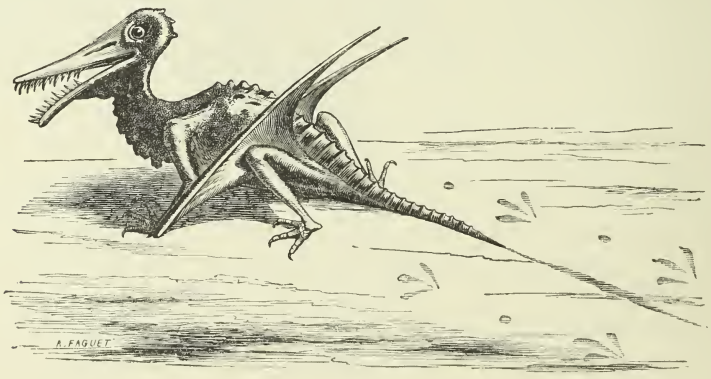


Fig. 318.
Restaurirtes Bild eines Ramphorhynchus mit Fußspuren. $^1/_4$.

von einem Ramphorhynchus herrühren. Wie sich dem zahnbewehrten, europäischen Ichthyosaurus einige zahnlose Vettern (Baptanodon, Seite 422) durch die amerikanischen Nachgrabungen zugesellt haben, so hat man dort in den Schichten der Kreidezeit auch zahnlose Flügel-Eidechsen (Pteranodon-Arten) in großer Zahl aufgefunden, eine interessante Parallele zu den später

zu besprechenden Reptilienkindern, den Vögeln, die ebenfalls zuerst mit kräftigen Zähnen bewehrt erschienen und die Bezahnung nachher einbüßten. Uebrigens ist es ganz verkehrt, wenn die Flug-Eidechsen hier und da als Uebergangsglieder der Reptilien in die Vogelform geschildert werden; derartige Mittelformen werden wir sogleich zu erwähnen haben, aber die fliegenden Drachen gehören schwerlich zu ihnen. Ihr gesammter Knochen- und Schädelbau zeigt vielmehr, daß sie trotz ihrer ausgehöhlten Knochen und mancher sonstigen Anpassungs-Eigenthümlichkeiten an den Vogeltypus eben so echte Reptilien waren, wie die Fledermäuse und Flug-Eichhörnchen unbezweifelte Säugethiere sind. Sie räumten, ohne Nachkommen zu hinterlassen, vollkommner für die Luft organisirten Reptilienkindern schon im Beginne der Tertiärzeit völlig das Feld. Die Anklänge, die sich in ihrem Gerüstbau an den der Vögel finden lassen, gehören entweder der Anpassung an die Lebensweise, oder der Zeit überhaupt an, und treten viel augenfälliger bei andern zeitgenössischen Reptilien auf, die niemals den sichern Boden aufgaben, z. B. in dem Bau der bald zu erwähnenden Lindwürmer oder Drachen (Dinosaurier).

Den übertreibenden Darstellungen einiger ältern Schriftsteller gegenüber findet man in neueren Werken diese „fliegenden Drachen" der Jura- und Kreidezeit häufig als sehr harmlose, kleine Thiere, höchstens von Rabengröße geschildert. Allein das ist nicht weniger übertrieben, denn wenn auch die Juraschichten vorwiegend Gerippe kleinerer Arten bergen, so hat sich der Typus doch zuweilen damals schon und namentlich in der Kreidezeit in beträchtlichen Größenverhältnissen bewegt. Sowohl in Europa als in Nordamerika lebten damals Arten, deren Flügelspannung 18—20 Fuß betragen haben muß, also mehr als die gewaltigsten Adler und der Albatroß erreichen. An einem Gerippe von Pteranodon ingens aus der obern Kreide von Kansas fand Marsh Köpfe von nahezu vier Fuß Länge und eine Spannweite, die er auf 22 Fuß berechnet, immerhin eine unheimliche Erscheinung, namentlich wenn man sich dazu erinnert, daß der Leib vermuthlich nackt, oder mit glänzenden Reptilschuppen bekleidet war. Die Pteranodonten waren anscheinend sehr ausdauernde Flieger, denn der Schulterbogen zeigt bei ihnen eine derartig feste Verbindung aller Knochen, daß er bei keinem Vogel oder andern Wirbelthier in gleicher Festigkeit angetroffen wird; dagegen sind die Beine und Fußzehen bei manchen Arten der Flug-Eidechsen so schlank und zierlich gebildet, daß sie nicht viel in Gebrauch gewesen sein können und keinen Vergleich mit den Krallen unsrer größern Raubvögel aushalten.

An die oben erwähnten Krokodile der Urzeit mit in besonderen Höhlen stehenden Zähnen (Thecodontosaurier) schließt sich eine alte Reptilgruppe nahe an, deren Angehörige man speciell als Raubreptilien bezeichnen könnte, denn wie die Pterosaurier unseren Fledermäusen, so entsprachen sie den Raubsäugern. Die heute in der Natur so zurückgetretenen Reptilien waren

in der Sekundärzeit eben die Herrscher über Land und Wasser, und erfüllten in einer den Forscher fast erdrückenden Formen-Mannigfaltigkeit alle Plätze und Nährstellen in der Natur, wie es heute die Säugethiere und Vögel thun. Diese von Owen sogenannten Theriodonten oder Raubthierzähner bieten die vollkommene Zahnformel und Schädelform der Raubthiere dar, namentlich den stark entwickelten Eckzahn und die wenigen Backenzähne, in so täuschender Aehnlichkeit, daß Owen sowohl wie der amerikanische Paläontologe Cope nicht abgeneigt waren, in ihnen die Vorfahren der Raubsäuger zu sehen. Allein es handelt sich hier wahrscheinlich nur um eine auch in dem übrigen Gliederbau ausgeprägte Anpassungsähnlichkeit an die gleiche Ernährungsweise; die Backenzähne der Theriodonten sind wahre einwurzlige und spitze Reptilzähne, und der Schädel bietet Eigenthümlichkeiten, welche eine derartige Ableitung, auf die wir zurückkommen werden, verbieten. Diese Thiergruppe hat, wie die gleich zu besprechenden Anomodonten die meisten Reste in den erst neuerlich ausgebeuteten, 1200 bis 1800 Fuß hochbelegenen Karroo's des Kaplandes, welche man zur Trias rechnet, hinterlassen, doch haben sich vereinzelte Spuren auch in Europa und Nordamerika gefunden.

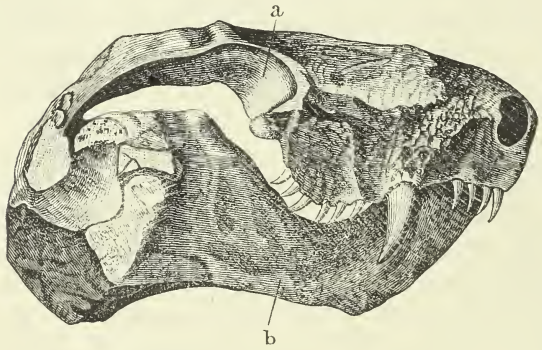


Fig. 319.
Schädel von Lycosaurus curvimola. ½ natürlicher Größe.
a Augenhöhle. b Unterkiefer.

Die reinste Zahnformel der Raubthiere besaßen die Tigersaurier (Tigrisaurus) und der Wolfssaurier (Lycosaurus), letzterer ein Thier von Panthergröße, dessen Schädel Fig. 319 darstellt und dessen Gebiß im Allgemeinen dem des Beutelwolfs (Thylacinus) gleicht. Bei einem vor einigen Jahren entdeckten und Titanosuchus ferox getauften Theriodonten war der Hundszahn sechsmal länger, als der des ihm zunächst verwandten Lycosaurus, und größer als bei irgend einem bekannten Raubthier der Vor- und Jetztwelt. Sogar der Dolchzahn (Machairodus), ein fürchterlicher Raubsäuger der Tertiärzeit aus dem Katzengeschlecht, kam ihm im Gebiß nicht entfernt gleich. Sie müssen schlimme Gegner der zum Theil kolossalen pflanzenfressenden Reptile ihrer Zeit gewesen sein. Andere Thiere derselben Gruppe, wie z. B. die Hundsdrachen (Cynodraco, Cynosuchus, Cynochampsa) und das wegen seiner quadratischen Augenhöhle sogenannte Gorgonenauge (Gorgonops) waren von mittlerer Größe, und noch andere, wie z. B. Scaloposaurus und Procolophon, deren Gebiß sich durch die Vermehrung der Backenzähne bis auf zwölf dem

der Insektenfresser unter den Beutelthieren und echten Säugern nähert, überschritten kaum die Größe der Marder. So sehen wir bei diesen Raubreptilien dieselben durch Verkürzung der Kiefer ausgedrückten Unterschiede, wie zwischen insektenfressenden Beutelthieren und Raubthieren, was die schon hervorgehobene, durch die ähnliche Lebensweise hervorgebrachte Analogie zwischen beiden noch vermehrt.

Wenn wir aber für die Raubzahn-Saurier wenigstens Vergleichspunkte unter den heute lebenden Thieren finden, so ist dies bei einer andern, in denselben triasischen Schichten des Kaplandes in vielen Formen vorkommenden und auch anderwärts vertretenen Reptilgruppe, bei den Ungleichzähnern oder Anomodonten kaum der Fall. Diese erst seit 1868 bekannte Ordnung zeichnet sich im Allgemeinen dadurch aus, daß die Kiefer nahezu oder gänzlich zahnlos waren. Hierin, wie in der gesammten Bildung des Schädels nähern sie sich einigermaßen den Schildkröten und es ist auch wahrscheinlich, daß die Kiefer wie bei diesen mit Horn bekleidet waren und eine Art Schnabel darstellten. Bei der in mehr als zehn Arten gefundenen Gattung Doppelhundszahn (Dicynodon Fig. 320), deren Schädel die Größe von Nilpferdschädeln erreichten, enthielt der Oberkiefer nur jederseits einen gewaltigen, an den von Titanosuchus oder von Wallrossen erinnernden Stoßzahn, im Uebrigen aber war der Schädel zahnlos, und wenn man von der Lage der Nasenlöcher absieht, sehr schildkrötenähnlich. Dagegen war der Körper, wenn auch vielleicht mit hornartigen Schuppen bekleidet, doch in keinen wirklichen Panzer gehüllt, die Wirbel beiderseits concav, und die Rippen zeigten nicht die den Schildkröten eigenthümliche Verbreiterung. Die Füße waren kräftig und lang, der gesammte übrige Körper eidechsenartig.

Fig. 320.
Dicynodon lacerticeps. $\frac{1}{8}$ der natürlichen Größe.

Einen Schritt den Schildkröten näher stehen die vollkommen zahnlosen Anomodonten oder Kryptodonten, die sich offenbar von den ersteren ableiteten, denn den Stoßzähnen derselben entsprechen bei ihnen noch Wülste des Oberkiefers, wenn dieselben auch keine Zahnmasse mehr enthalten. Am zahlreichsten ist von ihnen die Gattung Oudenodon (Fig. 321) vertreten, ein

ebenfalls großes eidechsenartiges Geschlecht, deren Schädel aber, wiederum abgesehen von den seitlich, statt an der Spitze stehenden Nasenlöchern, sehr schildkrötenähnlich ist. Eine sehr interessante Gattung dieser Untergruppe (Endothiodon) zeichnet sich dadurch aus, daß innerhalb der zahnlosen Alveolarränder im Ober- und Unterkiefer Zähne vorhanden sind, namentlich am Gaumen, der bei einer Art mit mehreren Reihen kleiner, stumpfer Zähne gepflastert war. Bei einer neugefundenen Art (Endothiodon uniseries) ist nur noch eine Reihe dieser inneren Rachenzähne vorhanden, wie man sie bei Fischen und Amphibien öfter, bei Reptilien nur noch in vereinzelten Fällen (z. B. bei Placodus Fig. 302), bei höheren Thieren niemals antrifft.

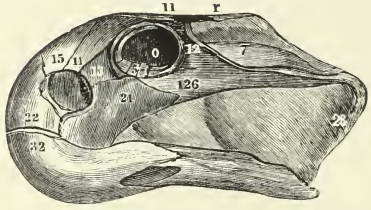


Fig 321.
Schädel von Oudenodon Bainii. Die Zahlen ezeichnen die einzelnen Kopfknochen. 22 und 32 die zahnlosen Kiefer.

Trotz aller dieser Verschiedenheiten muß es als höchst wahrscheinlich betrachtet werden, daß unsere Schildkröten von einer Gruppe dieser Thiere abstammen, bei denen sich ja durchaus dieselbe Tendenz zum gänzlichen Verluste der Zähne zeigt, während die übrigen unterscheidenden Merkmale theils solche sind, die sich, wie die beiderseits gehöhlten Wirbel der Anomodonten, bei allen älteren Reptilien finden, theils solche, die, wie die freien Rippen und der Mangel an Hautschildern, deutlich in der Entwicklungsgeschichte der Schildkröten wiederkehrt. Die Schildkröten verdanken ihren Namen dem aus Hautknochenplatten gebildeten Panzer, der sich auf dem Rücken mehr oder weniger innig mit Fortsätzen der Wirbelsäule verbindet und endlich mit den verbreiterten Rippen völlig verwächst. Außen sind die Knochenplatten bei den meisten Arten mit einer hornartigen Decke, dem bekannten Schildpatt bedeckt, welches nur bei einigen in der See lebenden Schildkröten-Arten, nämlich den Lederschildkröten (Sphargiden) sowie bei den Flußschildkröten oder Trionychiden fehlt und durch eine dicke Lederhaut ersetzt ist, deren Umbildung bei den andern Arten das Schildpatt erzeugt. Bei diesen beiden Familien, deren Arten bis zur Kreidezeit, vielleicht noch etwas weiter zurückverfolgt werden können, sind die Rippen noch, wie bei den andern Wirbelthieren, einigermaßen frei und von einander getrennt, ein Anfangsstadium, welches man an den lebenden Trionyx-Arten (Fig. 322) gut studiren kann. Dieser Zustand ist offenbar der ursprünglichere, denn bei allen älteren fossilen Schildkröten der Jura- und Kreidezeit ist die Verwachsung des Hautpanzers mit den Rippen eine weniger innige, als bei den heute lebenden Sumpf- und Landschildkröten (Testudineen und Emydeen). In ihrer frühesten Jugend, so lange sie noch den typischen Reptilien (Eidechsen) gleichen, sind die Rippen auch bei den letzteren Gruppen frei, verwachsen

dann aber, indem sie sich schnell verbreitern, so vollkommen mit dem Panzer, daß sie später ganz verschwunden scheinen. Auch fehlen den Leder- und Flußschildkröten (Trionychiden) mehr oder weniger die Randplatten, welche sich bei den Sumpf- und Landschildkröten den Rückenplatten anschließen und dem Panzer erst eine größere Abrundung und Festigkeit verleihen, so daß bei ihnen (Fig. 322) noch die Enden der Rippen frei hervorragen. Auch bleiben die Brustplatten bei diesen beiden Familien selbst im Alter getrennt, und lassen in der Mitte eine Oeffnung, die sich bei den andern beiden Abtheilungen nur bei fossilen Arten findet. In Folge des Fehlens der Randplatten sind die Oeffnungen für die Beine größer und deren Bewegungen deshalb weniger behindert. Die Wasserschildkröten, die sich durch schnelles Schwimmen und Tauchen ihren Verfolgern leichter entziehen konnten, auch muthiger und bissiger sind, als die jüngeren, langsam wandelnden und schwertragenden Sumpf- und Landschildkröten, bedurften noch nicht so sehr des Schutzes der bis auf sechs engere Oeffnungen wohlgeschlossenen, hochgewölbten Schale, in welche letztere alle ihre Glieder, auch Kopf und Schwanz völlig zurückziehen können. Sie vermögen dies in Folge einer großen Beweglichkeit der Hals- und Schwanzwirbel, von denen die ersteren aller Rippenfortsätze ermangeln und auf einander zurückgleiten, so daß sie den Kopf in den Hals wie in eine Scheide zurückziehen können, eine Einrichtung, die bei den See- und Flußschildkröten erst in den Anfängen entwickelt ist.

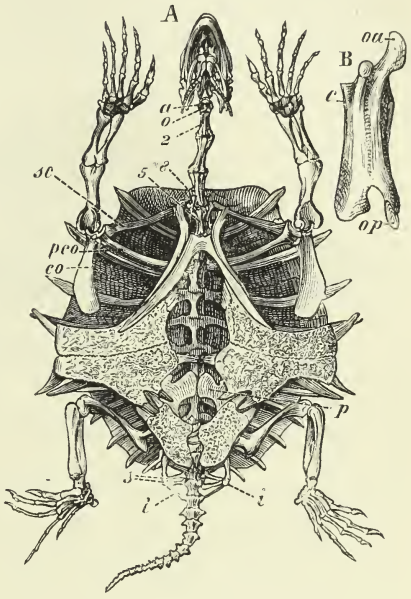


Fig. 322.
A Skelet der Schnappschildkröte (Trionyx ferox) Bauchseite. 1/4. sc Schulterblatt. pco und co Schlüsselbeine. s und l Kreuzbeinrippen. i Hüftbein. p Schambein. B Vierter Halswirbel von der Seite (1/1), oa und op vorderer und hinterer Gelenkfortsatz desselben.

Die Schildkröten erreichten schon früh in einzelnen Arten Größenverhältnisse, welche die heutigen weit übertreffen, obwohl noch immer auf einzelnen Inseln und in den warmen Meeren sehr große Arten leben. Der amerikanische Paläontologe Cope hat aus der Kreideformation von Kansas eine Lederschildkröte (Protostega Gigas) beschrieben, deren Länge zwölf Fuß betrug. Ihre Rippen sind untereinander und von den Hautpanzerplatten getrennt, und die Panzerplatten sind auch untereinander nicht, wie bei den heutigen Schildkröten, durch Nähte eng verbunden, sondern laufen in

Knochenstrahlen aus. Auch bei andern alten Seeschildkröten findet man häufig derartige gezackte Ränder, die Folgen unvollkommner Verknöcherung der Panzerplatten. Die größte aller bekannten Landschildkröten mit vollkommen ausgebildetem und geschlossenem Panzer wurde bisher in den Siwalik-Hügeln am Fuße des Himalaya gefunden, und mit Bezug auf eine alte indische Mythe Colossochelys Atlas (Fig. 323) getauft. Diese der mittleren Tertiärzeit (Miocän) angehörige Landschildkröte besaß einen Panzer von über 12 Fuß Länge, 8 Fuß Breite und 6 Fuß Höhe. Rechnet man Kopf und Schwanz dazu, so muß das Thier eine Länge von gegen 20 Fuß erreicht haben, und wurde von Füßen getragen, deren Glieder denen des Rhinoceros gleichkommen. Sie erklären vielleicht die Kühnheit jener indischen Mythe, nach welcher die Erde auf dem Rücken eines Elephanten und dieser auf der Schale einer großen Schildkröte steht, nach deren Unterlage, wie Humboldt satirisch bemerkt, dem frommen Brahminen zu fragen nicht erlaubt ist. Auch in europäischen Tertiärschichten hat man die Reste sehr großer Landschildkröten aufgefunden, darunter solche, deren Panzerplatten eine Dicke von 1—2 Zoll erreichten!

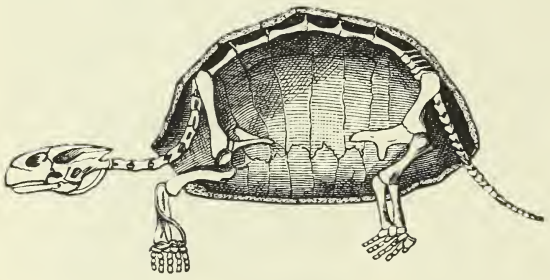


Fig. 323.
Colossochelys Atlas, ca. $^1/_{100}$.

Die Schildkröten zeigen sowohl in den zahnlosen Schnäbeln wie im übrigen Körperbau größere Aehnlichkeiten mit Vögeln, als sie bei irgend einem andern heute lebenden Reptil angetroffen werden. Eine Schildkröte und ein Vogel sind in ihrer frühesten Jugend kaum von einander zu unterscheiden. Oeffnet man ein sechs Wochen lang von den Sonnenstrahlen erwärmtes Schildkröten-Ei, so findet man ein Thier, welches dem Bewohner eines acht Tage bebrüteten Hühner-Eies beinahe vollständig gleichen würde, wenn es nicht auf dem Rücken bereits die Andeutungen seiner Schale erkennbar ausgeprägt zeigte. Diese Thatsache war eine der ersten, welche darauf hindeutete, daß die Schildkröten und Vögel aus sehr nahe stehenden Anfängen hervorgegangen seien, und dafür haben sich in der Neuzeit viele Beweise gefunden.

Der deutsche Geologe Herrmann v. Meyer machte zuerst auf eine besondere Klasse durch ihre kolossalen Schenkelknochen ausgezeichneter Reptile aufmerksam, welche er Pachypoda nannte und die von Owen den gebräuchlicheren Namen der Drachen oder Dinosaurier erhalten haben, weil zu

ihnen, neben kleineren Arten, die größten Thiere gehören, welche das Festland jemals getragen hat. Diese ausschließlich in sekundären Schichten, aber in großer Formen-Mannigfaltigkeit von der Trias bis zur Kreide vorkommenden Thiere bieten in ihren niedersten Formen eine so große Aehnlichkeit mit den Stamm-Eidechsen und der jetzt lebenden Hatteria (S. 424), sowie mit den ältesten Krokodilen und Theriodonten, daß es kaum möglich ist, sie auseinanderzuhalten, weshalb auch öfters Ur-Eidechsen, wie Proterosaurus, Aëtosaurus, und Ur-Krokodile, wie Belodon, zu ihnen gerechnet worden sind. Als allgemeinste Kennzeichen der Klasse kann man die getrennten Zwischenkiefer und Unterkiefer-Aeste, die zahlreichen Halswirbel, die zu zwei bis fünf mit einander verknöchernden Kreuzbeinwirbel und gewisse Aehnlichkeiten des mit Brustbeinen versehenen Schultergürtels und des Beckengürtels mit den entsprechenden Bildungen der Vögel hinstellen. Von den Beinen sind gewöhnlich die hintern erheblich größer als die vordern, doch lassen sich bei der großen Verschiedenheit der hierhergehörigen Formen allgemeine Kennzeichen nur in feineren anatomischen Uebereinstimmungen nachweisen.

Als die am wenigsten specialisirte, den Stamm-Eidechsen und Ur-Krokodilen noch am nächsten stehende und den Gedanken an gemeinsame Abstammung mit ihnen erweckende Dinosaurier-Gruppe bezeichnet Marsh die besonders in den jurassischen Schichten der Felsengebirge durch zahlreiche Arten vertretene Ordnung der Eidechsenfüßler (Sauropoda). Es waren Pflanzenfresser von ungeheurer Größe — denn unter den Atlantosaurus- und Titanosaurus-Arten befanden sich Thiere von achtzig bis hundert Fuß Länge und dreißig Fuß Höhe —, deren Vorderbeine nicht viel kürzer waren als die Hinterbeine, mit Füßen, die sämmtlich fünf Zehen trugen und mit ganzer Sohle auftraten. Der Kopf trug hochstehende Nasenlöcher und barg ein auffallend kleines Gehirn, namentlich bei den Morosaurus- und Apatosaurus-Arten, wo es zwei- bis dreimal schmäler als der Rückenmarkskanal in seinen breitesten Stellen war. Sehr merkwürdig ist die Größe des Gehirnanhangs (Hypophysis, vergl. S. 376) bei den meisten der hierhergehörigen Thiere, und bei mehreren Atlantosauriden öffnet sich von der diesen Körper einschließenden Knochenkapsel ein Kanal nach der Rachenhöhle, eine Verbindung, die bei jetzt lebenden Wirbelthieren nur im embryonalen Leben besteht, beim Hühnchen z. B. am fünften Tage der Bebrütung. Diese Thiere erscheinen uns wie Seitenstücke der Elephanten und ähnlicher Dickhäuter unter den Reptilien. Denn daß sie Pflanzenfresser waren, kann man sowohl aus dem Gebiß, wie aus den Nahrungsresten schließen, die man im Körper einiger Atlantosaurus-Arten fand, und man muß sich vorstellen, daß sie ungeheure Mahlzeiten gehalten, vielleicht das Laub ganzer Bäume mit einem Male verspeist haben. In der Phantasie glaubt man auf eine Viertelstunde weit die Aeste knacken und die Stämme brechen zu hören, wenn man sich vorstellt, daß diese „wandelnden Berge" — das Gerippe eines Atlantosaurus

immanis wurde auf 115 Fuß Länge geschätzt! — sich im dichten Urwalde räkelten und die Stämme mit ihren Vorderklauen schüttelten. Auch in europäischen Jura- und Wealdenschichten hat man die Reste einiger zu den Sauropoden gehörenden Reptile gefunden, z. B. einen Schenkelknochen von vier Fuß Länge und 32 Zoll Umfang, auf den Mantell die Gattung Pelosaurus begründete, ferner Cetiosaurus und manche Andre.

Es ist sehr möglich, daß unter den letztgenannten Arten Wasserthiere zu denken sind, denn wie unter den heute lebenden Pflanzenfressern sich manche, wie z. B. das Nilpferd an den Aufenthalt im Wasser gewöhnt haben, so scheint dies auch unter den pflanzenfressenden Dinosauriern der Sekundärzeit der Fall gewesen zu sein. So hat auch Marsh aus seiner Unterabtheilung

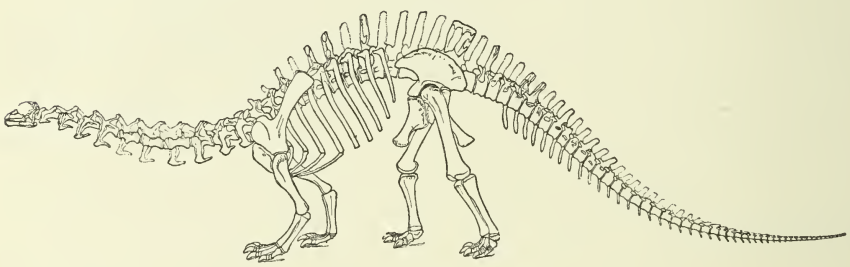


Fig. 324.
Restauration von Brontosaurus excelsus Marsh. $^1/_{140}$ der natürlichen Größe.

der Diplodociden mehrere Sauropoden-Gattungen beschrieben, welche allem Anscheine nach Sumpf- oder Wasserthiere gewesen sein müssen. Diesem amerikanischen Paläontologen, der sich um die Kenntniß der Dinosaurier wie vieler andern Wirbelthiergruppen die größten Verdienste erworben hat, verdanken wir die Restauration eines dieser Thiere, des circa fünfzig Fuß langen Brontosaurus excelsus (Fig. 324) nach einem fast vollständigen, aus den Atlantosaurus-Schichten von Wyoming stammenden Gerippe. Das mit etwas höheren Hinterbeinen begabte Thier war von gedrungenem Leibesbau und mit langem massigem Schwanze versehen, so daß Marsh sein Gewicht, obwohl die Knochen der Wirbelsäule zum großen Theil hohl und leicht waren, doch auf circa zwanzig Tonnen im Leben schätzte. Zu dem Vogelcharakter der gehöhlten Knochen gesellte sich ein Schultergürtel mit doppeltem Brustbein, dem eines Straußes nicht unähnlich. Den merkwürdigsten Eindruck macht aber der Kopf, denn er zeigt sich von solcher Kleinheit, daß er eher für die Endverdickung eines Riesenrüssels als für den Körper eines solchen Ungethüms proportionirt erscheint. Schon der dritte oder vierte Halswirbel übertrifft ihn im Durchmesser, und es ist bisher kein zweites Wirbelthier bekannt geworden, welches einen im Verhältniß seines Leibes so kleinen Kopf besessen hätte. Marsh schließt dementsprechend, daß es ein träges, dummes, sich

langsam bewegendes Thier gewesen sein möge, welches vielleicht im Wasser von Algen, oder an den schlammigen Ufern von weichen Wasserpflanzen lebte. Es besaß auch keine weitern Vertheidigungsmittel, doch war die empfindlichste Stelle des Nackens durch ein Paar ihm eigenthümliche, am Hinterschädel sitzende Knochenschilder beschützt. Allem Anscheine nach sind die Exemplare an Ort und Stelle, wo man sie gefunden, im Schlamme versunken.

Ein Thier von ähnlicher amphibischer Lebensweise glauben Marsh und Cope in einem gleichfalls auf 40—50 Fuß Länge geschätzten Sauropoden des obern Jura von Colorado, dem Diplodocus longus, nach welchem die Unterabtheilung benannt ist, erkennen zu sollen. Doch ist von diesem Thiere

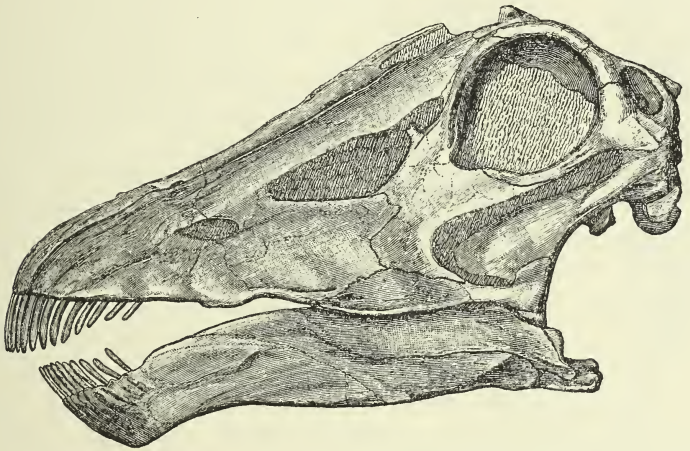


Fig. 325.
Profil-Ansicht des Schädels von Diplodocus longus. 1/6. Nach O. C. Marsh.

und einem kleineren Zeitgenossen, dem Diplocodus lacustris, bisher hauptsächlich nur der sehr pferdekopf-ähnliche Schädel (Fig. 325) nebst wenigen andern Bruchstücken des Skelets bekannt. Die sehr schlanken und im Vergleich zu dem Gebiß seiner Verwandten offenbar in Schwund begriffenen Zähne bildeten zwei Rechen, die ganz entschieden eine Nahrung voraussetzen, welche kaum noch gekaut zu werden brauchte. Cope stellt sich daher das Thier als auf dem Meeresgrunde wandelnd und Algen weidend vor; er glaubt auch, daß ihm seine gehöhlten Knochen als hydrostatischer Apparat beim Schwimmen und Emportauchen gedient haben möchten. Das Thier würde dann den Seepferden, welche die alten Künstler vor den Wagen des Neptun spannten, ähnlicher gewesen sein, als irgend ein andres, von dem wir wissen. Sehr eigenthümlich war der Zahnwechsel dieses Thieres. Denn ein Querschnitt durch den Kiefer in der Gegend des vierten Zahnes zeigte eine von dem dünnwandigen Knochen eingeschlossene Höhle, in welcher gegen

die Wurzel des lose eingekeilten, in Gebrauch befindlichen Zahnes geneigt, nicht weniger als fünf Ersatzzähne (Fig. 326 2—6) von abnehmender Größe verborgen lagen, und ähnliche Höhlungen befanden sich auch neben den übrigen Zähnen, die somit einer schnellen Abnutzung und Erneuerung unterworfen gewesen zu sein scheinen.

Fig. 326.
Zahnhöhle im Kiefer von Diplodocus. 1/2.
a b Aeußere und innere Kieferwand. c Zahnhöhle. f Oeffnung für Blutgefäße und Nerven.

Den Sauropoden schließt sich unmittelbar eine andre Gruppe von pflanzenfressenden Dinosauriern an, deren Haut mit dicken Knochenschildern gepanzert und vielfach mit Stacheln besetzt war, die nach einer Gattung der amerikanischen Juraschichten sogenannten Stegosaurier. Die typische Art (Stegosaurus ungulatus) stellte nach Marsh ein circa dreißig Fuß langes Thier dar, dessen Vorderbeine grade nur halb so lang waren als die Hinterbeine, weshalb man sich vorstellen kann, daß das Thier hauptsächlich auf den hinteren Gliedmaßen einherschritt. Die massiven Hinterbeine und der mächtige Schwanz bildeten einen Dreifuß, auf welchem das Thier ausruhen konnte, während die vordern Gliedmaßen, die gleich den hintern fünf Zehen trugen, mehr zum Greifen und zur Vertheidigung als zur Ortsbewegung gebildet und in ihren Bewegungen viel freier als Lauffüße waren. Die Vertheidigung dieses Pflanzenfressers muß übrigens leicht gewesen sein, da der ganze Leib mit starken Knochenplatten — auf die der Name anspielt — eingepanzert war. Neben zahlreichen größern und kleinern Hautplatten, deren einzelne eine Länge von 2—3 Fuß besitzen, fand sich eine Anzahl knöcherner Stacheln von theils kleinerem Format, theils bis zur Länge von 2 Fuß anwachsend, die im Leben mit Hornsubstanz bekleidet gewesen zu sein scheinen, und durch ihre schiefe Basis andeuten, daß sie einen Stachelkamm über den Rücken des Thieres gebildet haben mögen, wie wir ihn in verjüngter Gestalt auch bei einzelnen jetztlebenden Reptilien (Leguanen u. a.) antreffen.

Kopf und Gehirn der Stegosaurier waren, wie diejenigen der meisten pflanzenfressenden Dinosaurier im Verhältniß zu der großen Massenentfaltung des übrigen Körpers von auffallender Kleinheit, und Stegosaurus scheint das kleinste Gehirn (Fig. 327) besessen zu haben, welches man jemals bei einem Reptil beobachtet hat. Da die Gehirne der Thiere ihre Schädelkapseln vollständig ausfüllen, so kann man sich, wenn letztere bei den fossilen Resten erhalten sind, durch Abgüsse eine klare Anschauung von Gestalt und Umfang der Gehirne vorweltlicher Thiere verschaffen. Gegenüber der Entwicklung der Sehhügel (op) und des Kleinhirns (cb) sowie der Riechlappen (ol)

fällt hier namentlich die Niedrigkeit und Kleinheit des Vorderhirns (c) ins Auge, welches hier noch keinesfalls den Namen des „Großhirns" verdiente. Wir dürfen demnach die Stegosaurier für geistig ziemlich schwerfällige Thiere halten. Der Umfang des Vorderhirns hat sich nicht nur bei den höhern Wirbelthieren, sondern auch bei den Reptilen selbst mit der Zeit sehr gehoben, und ein jetzt lebender Alligator besitzt nach Marsh im Verhältniß zu seiner Körpergröße ein fast hundertmal größeres Gehirn als der Stegosaurus. Dafür besaß dieses Thier in seinem aus vier Wirbeln zusammengewachsenen Kreuzbein eine Anschwellung des Rückenmarks in einer Kammer, deren Größe mindestens dem zehnfachen Inhalt der Gehirnkapsel entspricht. Es war also hier am Ende des Rückens eine Art von zweitem Gehirn vorhanden, welches das eigentliche, im Kopfe befindliche, an Größe weit übertraf, was ohne Zweifel mit der vorwiegenden Entwicklung der hintern Gliedmaßen zusammenhing. Auch andre Dinosaurier zeigen eine ungewöhnliche Erweiterung der Kreuzbeinhöhlung, ohne doch einen Vergleich mit dem ebenbesprochenen Fall auszuhalten, so daß diese Entwicklung des Rückenmarks zu einem wahrhaften zweiten Nervencentrum bisher ohne Gleichen in der Wirbelthierreihe dazustehen scheint.

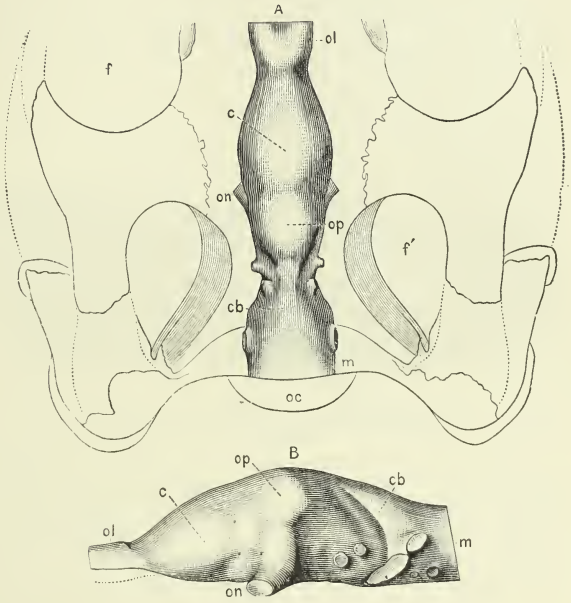


Fig. 327.

Hinterer Theil des Schädels und Gehirnabguß von Stegosaurus ungulatus Marsh. ⅓ der natürlichen Größe. ol Riechlappen. c Vorderhirn. op Sehhügel. on Sehnerv. cb Kleinhirn. m Verlängertes Mark. f Augenhöhlen. f' Schläfengruben. oc Hinterhauptshöcker.

Auch in Europa hat man in Lias-, Jura- und Wealden-Schichten Reste ähnlicher großer Pflanzenfresser mit panzer- und stachelbewehrter Haut angetroffen; namentlich gehörte die Gattung Hylaeosaurus aus dem englischen Wealden hierher, von welcher auf Taf. XIII eine Restauration versucht ist. Vollständigere Reste kennt man nur noch von der Gattung Scelidosaurus aus dem englischen Lias, dessen vierzehiger Hinterfuß eine Länge von vier Fuß

besitzt. Diese Gattung scheint aber einen Uebergang von den Panzer-Dinosauriern zu den nachher zu besprechenden Vogelfüßlern zu bilden, mit denen sie in der Kopf- und Zahnform zum Theil sehr nahe übereinstimmen.

Eine zweite, noch formenreichere Abtheilung der Dinosaurier bilden die Raubthierfüßler (Theropoda) mit etwas entwickelterem Gehirn und Schädel, an der Spitze des Schädels liegenden Nasenlöchern, Raubthiergebiß, Greifklauen an den Füßen, die im Gange, wie bei unsern Raubsäugern nur mit den Zehen den Boden berührten, schwammigen Wirbeln und hohlen Gliedknochen. Die Vorderbeine waren bedeutend kürzer als die hinteren, und viele von ihnen scheinen sitzend ihre Beute erwartet zu haben. Die am längsten (schon seit 1824) bekannte Art ist Buckland's Riesensaurier (Megalosaurus Bucklandi) aus englischen Wealden- und belgischen Kreideschichten, ein Thier von fünfzig Fuß Länge, mit vorn fünf, hinten vier Zehen, und von der Seite zusammengedrückten, am Rande fein gekerbten Säbelzähnen, die mit ihren zwei Zoll langen rückwärts gekrümmten Zahnkronen den Eindruck eines furchtbaren Raubthiers vervollständigen (Fig. 328), dem eine Eidechse von der Größe eines Menschenkindes nur eben eine Mahlzeit gewesen sein kann. Noch unheimlicher starren uns die spitzen Sichelzähne des nach denselben benannten Zanclodon entgegen, welches noch eine gewaltigere Größe erreicht zu haben scheint, und von dem schon Spuren aus der Triaszeit vorhanden sind. Dieses in europäischen Schichten gefundene Thier besaß vorn und hinten fünf Zehen, während die gleichfalls der Trias (in Amerika und Europa) angehörigen Amphisauriden, zu denen Palaeosaurus, Amphisaurus, Thecodontosaurus u. A. gehörten, fünf Zehen im Vorderfuß und drei im Hinterfuß besaßen.

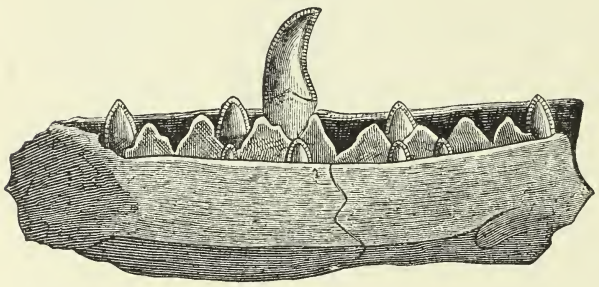


Fig. 328.
Unterkieferstück von Megalosaurus (verkleinert).

Wir sehen also, daß sich die Dinosaurier, ebenso wie heut die Säugethiere in friedliche Pflanzenfresser und gierige Raubthiere theilten, von denen die letzteren in Folge ihres oft riesenhaften Wuchses den denkbar unheimlichsten Eindruck machen. Die grimmige Mordlust und Gefräßigkeit der krokodilartigen Thiere unserer Zeit, die ohnmächtige Wuth, in welche wir die verkümmerten Vertreter des Grundstamms, die kleinen Eidechsen unserer Wälder, gerathen sehen, wenn ihnen das geringste Hinderniß in den Weg tritt, läßt uns auf einen furchtbaren Kriegszustand der Secundärzeit schließen. Die

Maler, welche Lust haben, Drachenkämpfe und scheußliche Ungeheuer darzustellen, müssen den Nadelwald und die Palmenfarne, das Schlammdickigt der Jura- und Kreidezeit zum Hintergrunde nehmen. In der That knüpfen sich die meisten Sagen von Drachenkämpfen und dergleichen Abenteuern unmittelbar an diese Schreckgestalten der Vorzeit. Das ist indessen nicht so zu verstehen, als wenn etwa einzelne Arten derselben ihr räuberisches Unwesen bis in die Zeiten von Cadmos, St. Michael und Siegfried fortgetrieben hätten. Die Lindwürmer haben vielmehr höchstens in einzelnen Gliedern die Anfänge der Tertiärzeit erlebt, die meisten endigten wohl schon mit dem Ende der Sekundärzeit, dieser Glanzperiode der Reptilien, ihre Schreckensherrschaft. Aber ihre gefundenen Riesenknochen gaben der Phantasie der Völker, wie in einzelnen Fällen direkt nachzuweisen ist, den Anlaß zu den Sagen von Lindwürmen und Drachenkämpfen, die sich meist an den Fundort derselben als Lokalsagen knüpften.

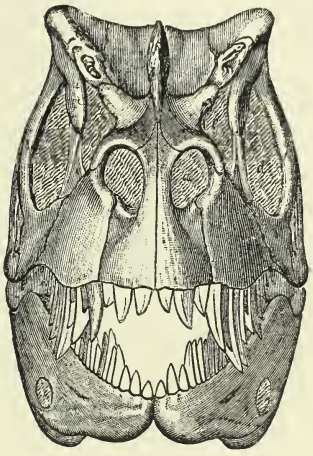


Fig. 329 A.
Schädel des Nashornsaurier von vorn. 1/6.

Eine sehr eigenthümliche Form von Raubthierfüßler, die wiederum den Vertreter einer besonderen Ordnung bildet, hat O. C. Marsh im vergangenen Jahre beschrieben, den aus den obern Juraschichten von Colorado stammen-

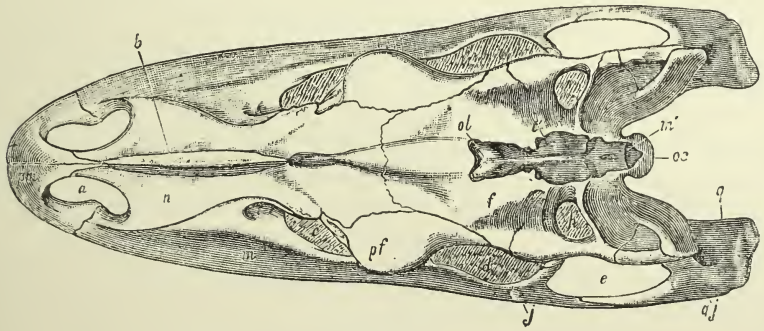


Fig. 329 B.
Schädel des Nashornsaurier von oben. 1/6.
a Nasenloch. b Hornzapfen. d Augenhöhle. c, e, h Schädeldurchbrüche. f Stirnbein. ol Riechlappen. c' Großhirn. m' Verlängertes Mark. oc Hinterhauptshöcker.

den Nashorn-Saurier (Ceratosaurus nasicornis), ein auf siebzehn Fuß Länge geschätztes Thier, mit großem über zwei Fuß langem Schädel (Fig. 329), mit einem Horn auf der Nase, drei Schädeldurchbrüchen außer den Augen-

höhlen und Nasenlöchen, wie sie freilich auch die meisten Sauropodier-Schädel zeigen, und Knochenschildern auf dem Rücken.

Unter den lebenden Raubthieren befindet sich bekanntlich kein einziges, welches ein Horn trüge. Auch die Wirbel dieses Thieres sind ganz abweichend gebaut; das Kreuzbein besteht aus fünf mit einander verwachsenen Wirbeln, und sämmtliche Knochen des Beckens sind zu einer Masse verknöchert, wie es bei den heute lebenden Vögeln der Fall ist, aber bisher niemals bei einem Dinosaurier beobachtet wurde. Sitz- und Schambeine sind an ihren freistehenden Enden mit einander verwachsen, und die letzteren bilden hier, wie bei allen Theropoden eine Art von unten verbreitertem Y-artigen Sitzfuß, auf welchen sich diese zweibeinigen Raubthiere niederließen, wenn sie ruhend die Beute erwarteten. Auf manchen Platten des triasischen Sandsteins im Connecticut-Thale glaubt Marsh die Eindrücke dieser wie ein abgerichteter Pudel aufrecht sitzender Raubreptile gefunden zu haben.

Nicht weniger seltsam ist ein andrer Dinosaurier, den Marsh vor fünf Jahren aus den obern Juraschichten von Wyoming empfing, und den er als Vertreter einer besonderen Ordnung den Theropoden anreiht, der Hohlschwanz (Coelurus fragilis), welcher durch vollständige Aushöhlung und Leichtigkeit seiner höchst zerbrechlichen Knochen alle andern Wirbelthiere, selbst Vögel und Flugeidechsen weit übertrifft. In der That sind bei ihm von den Wirbelkörpern nur noch die Außenwände in der Dicke starken Cartonpapiers übrig geblieben; eine weite Lufthöhlung durchzog die Wirbelsäule bis an die Spitze des langen Schwanzes und selbst die Rippen waren hohl. Leider sind die Gliedmaßenknochen, die ebenso stark gehöhlt und zerbrechlich gewesen sein mögen, nicht erhalten, aber aus der Form der Wirbel schließt Marsh, daß hier vielleicht die Vorderfüße ausnahmsweise größer waren, als die Hinterfüße, und daß wir eine fliegende Zwischenform von Dinosauriern und Flugeidechsen (oder Vögeln?) in dem Thiere zu erblicken haben. Vielleicht handelte es sich aber auch um ein auf den Bäumen lebendes Reptil, von der Größe eines Wolfes, dem seine luftgefüllten Knochen das Umherklettern und Springen von einem Aste zum andern erleichterten. Bei einer nahe verwandten, aber mindestens dreimal so großen Art (C. agilis) war die auch bei andern Raubthierfüßlern, gegenüber den Sauropoden, hervortretende Enge des Becken-Eingangs so groß, daß Marsh zweifelt, ob diese Thiere so dotterreiche Eier legen konnten, wie die heutigen Reptile, und entweder kleine Eier, wie die Batrachier, oder lebendige Junge zur Welt gebracht haben müßten, deren weiche Knochen den Austritt durch das enge Becken gestatteten. In der That glaubt derselbe Beobachter im Innern des sogleich zu erwähnenden Compsognathus mit Bestimmtheit die Reste eines jungen Thieres zu erkennen.

Den Raubthierfüßlern schließen sich ferner die Reste mehrerer ganz kleiner Dinosaurier an, von denen der langfüßige Zierschnabel (Compsognathus longipes) der Merkwürdigste ist. Man kennt nur ein einziges

Exemplar dieses wenig über fußhohen Thieres der Jurazeit, dessen wohlerhaltenes Gerippe (Fig. 330) auf einer Platte des lithographischen Schiefers von Kehlheim im Münchener paläontologischen Museum aufbewahrt wird. Obigen Namen empfing es, weil es den kleinen Kopf mit den spitz gezahnten Kiefern auf schlankem Halse, fast wie eine Gans, trug. Seine wie die kurzen Vorderfüße dreizehigen Hinterfüße mit den stark verlängerten Mittelfußknochen gleichen den Schreitfüßen eines Vogels außerordentlich, wie dies aus der nachfolgenden Restauration (Fig. 331) hervorgeht, bei der angenommen ist, daß der Mittelfuß noch wie bei den meisten Reptilien (aber auch bei einzelnen Vögeln, wie z. B. den Pinguinen) wagerecht auf der Erde lag, nicht aufgerichtet stand, wie bei den meisten Vögeln. Aber die Hinterfüße waren mehr als noch einmal so lang als die Vorderfüße und viel stärker gebildet, so daß das Thier sich offenbar wie das Känguruh durch weite Sprünge vorwärts bewegte. Man darf in dieser Ungleichbeinigkeit und der dadurch gegebenen Sprungfertigkeit vielleicht die Grundursache vermuthen, durch welche sich unter begünstigenden Umständen die Vorderbeine ähnlich gebaueter Dinosaurier allmählig in Flügel umformten. Wir müssen uns das schon genug seltsame Portrait des Zierkopfes noch durch einen kräftigen Reptilschwanz, ebenso lang wie der gesammte übrige Körper, vervollständigen, der wahrscheinlich die Sprungfertigkeit des Thieres durch Abstoßen vom Boden erhöhete. Auch die Art und Weise, wie die Sprungbeine dem Rumpfe

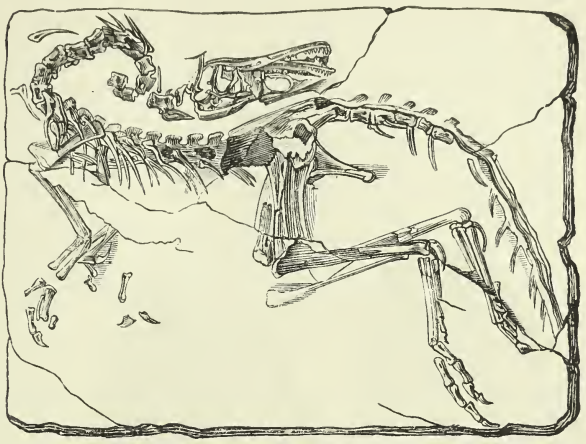


Fig. 330.
Compsognathus longipes aus dem lithographischen Schiefer von Kehlheim (Baiern).

Fig. 331.
Restauration von Compsognathus.

angefügt sind, erinnert mehr an einen Vogel als an Reptilien, zu denen der Zierkopf im Uebrigen gezählt werden muß.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß dieses Thier einen Uebergang bildet von den fleischfressenden Raubthierfüßlern zu den pflanzenfressenden Vogelfüßlern (Ornithopoda), die eine der interessantesten Dinosaurier-Ordnungen bildeten. Sie schritten auf den sehr vogelähnlich gebildeten Hinterbeinen, die nur drei funktionirende Zehen trugen, daher, so daß die viel kürzeren Vorderbeine, an denen alle fünf Zehen erhalten waren, als Greiforgane gebraucht werden konnten. Uebrigens waren nur ihre Extremitätenknochen, nicht auch die Wirbel hohl, und die bei den Raubthierfüßlern bis zur Spitze bezahnten Kiefer vorn zahnlos. Zu dieser Abtheilung gehört eine der am längsten bekannten Dinosaurier-Gattungen, das Iguanodon, von welchem bereits vor vielen Jahrzehnten im Wälderthon unweit London von dem englischen Paläontologen Gideon Mantell Zähne und andre Skelettheile gefunden wurden. Nach diesen eigenthümlich spatelförmigen, am Rande sägeartig gezackten Zähnen (Fig. 332), welche an diejenigen der amerikanischen Leguan-Eidechse (Iguana) erinnerten, wurde das Thier Iguanodon, d. h. Leguanzahn, genannt. Obwohl auch auf dem Festlande inzwischen zahlreiche Reste ähnlicher Thiere in derselben Abtheilung der Kreideformation gefunden worden waren, fehlte es doch an einer genaueren Vorstellung von der Gestalt des Riesenthieres, bis 1878 in Belgien dicht bei einander mehr als zwanzig ziemlich gut erhaltene Skelette gefunden wurden, von denen ein erstes, bis auf wenige Fingerglieder vollständiges Exemplar seit Kurzem im Brüsseler Museum zur Aufstellung gelangt ist, und zwar in der Stellung, die das Thier nach Ansicht der Paläontologen im Einherschreiten (Fig. 333) annahm.

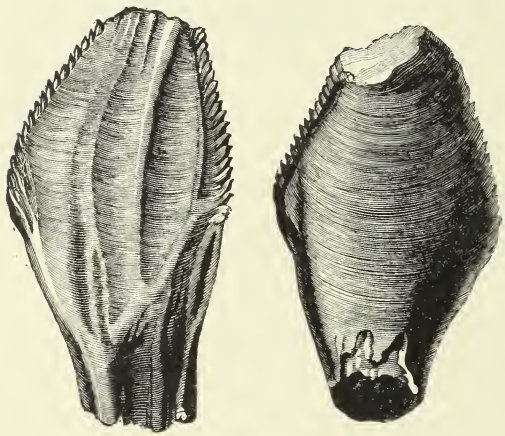


Fig. 332.
Zähne von Iguanodon Mantelli.

Das Iguanodon glich mit seinem auffallend schmalen Körper einem federlosen Riesenvogel, dessen Kopf sich mehr als vier Meter über dem Boden erhob, während es statt der Flügel zwei fünffingrige Arme trug und einen langen schweren Eidechsenschwanz hinter sich herzog, dessen Spitze circa neun Meter von der Kieferspitze entfernt war. Daß das Iguanodon wirklich wie

ein Vogel auf den fast doppelt so langen, mit drei Zehen versehenen Hinterbeinen ging, wird durch die Lage des Hinterhauptgelenkhöckers, durch die Länge und Beweglichkeit des Halses, durch die starre Befestigung der Rücken-

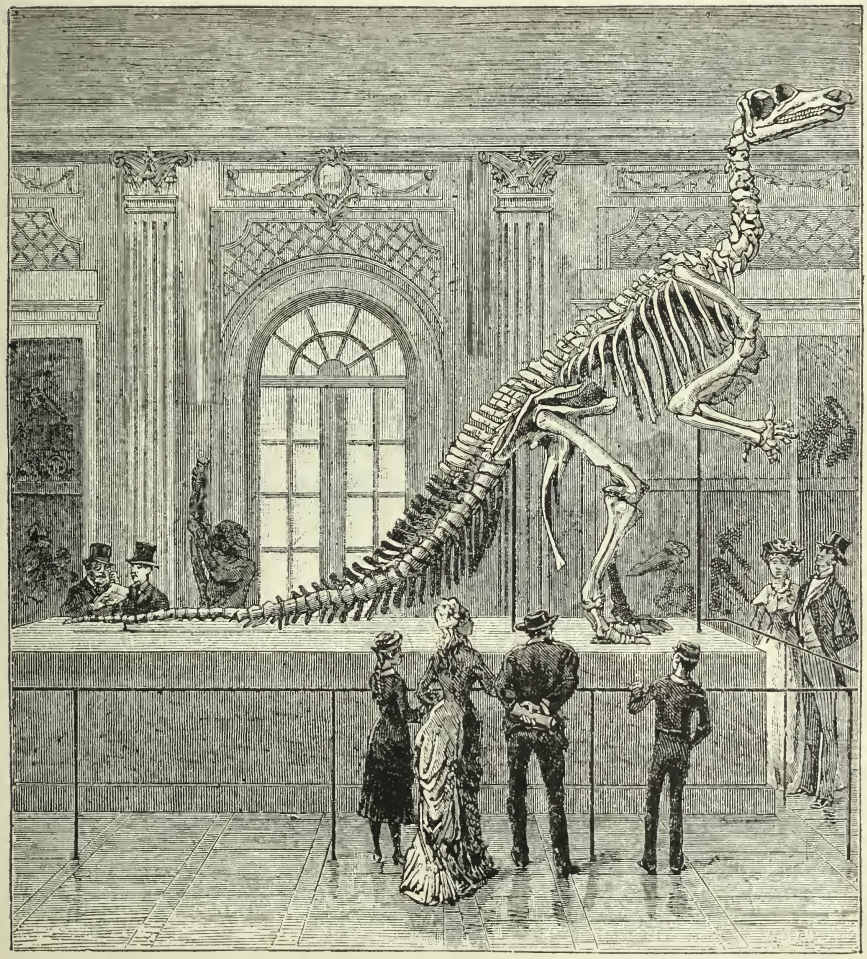


Fig. 333.
Das im Brüsseler Museum aufgestellte Skelet von Iguanodon bernissartensis. (Nach einer Abbildung der Zeitschrift „La Nature" vom 27. Oktober 1883.)

und Lendengegend an das Becken mittelst verknöcherter Bänder, durch die Zahl der mit einander verwachsenen Kreuzbeinwirbel, die Massigkeit des Schwanzes, kurz durch den gesammten Skeletbau bestätigt. Der belgische Paläontologe Dollo, dem wir eine ausgezeichnete Beschreibung des Thieres

verdanken, folgert, daß im Zusammenhange mit der vogelähnlichen Umbildung des Beckens ein beträchtlicher Theil der Eingeweide hinter der Pfanne des Oberschenkelgelenks gelagert sein mußte, wie dies in noch höherem Maße bei den Vögeln stattfindet, und daß hierdurch sowohl, wie durch den schweren Schwanz, der hintere Theil der Wirbelsäule abwärts gezogen und der Vordertheil des Körpers mit dem Kopf aufrecht erhalten wurde.

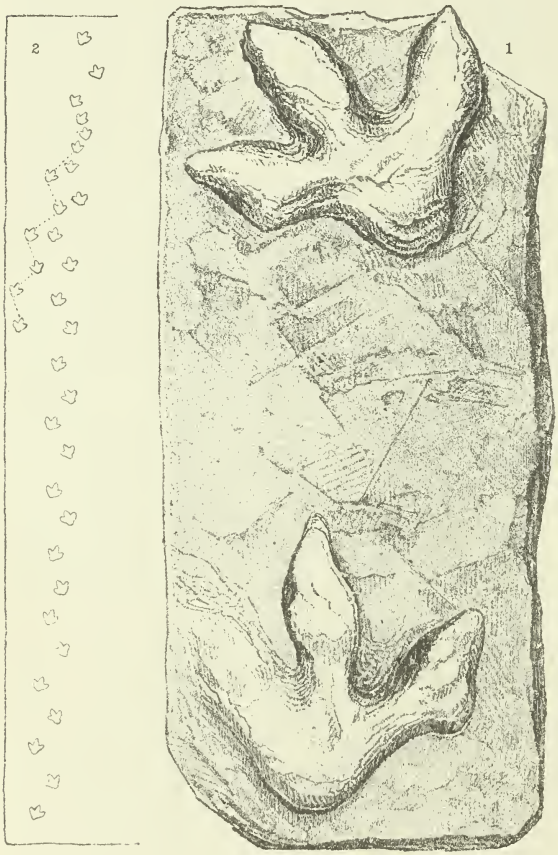


Fig. 334.

1 Thierfährte aus dem Hastingssandstein von Bad Rehburg, ca. $^1/_{10}$ der nat. Größe. 2 Sogen. Vogelthierfahrten aus dem Sandstein von Berhill bei Hastings, ca. $^1/_{10}$ der natürl. Größe. Aus Struckmann „Die Wealden-Bildungen der Umgebung von Hannover". Hannover, Hahn 1880.

Aber wenn an dem aufrechten Gange des Riesenthieres noch ein Zweifel bleiben könnte, so wird derselbe vollständig beseitigt durch die dreizehigen Fußspuren, welche Carl Struckmann vor circa sechs Jahren im hannöverschen Wealden entdeckt hat (Fig. 334). Von den acht verschiedenen, in dieser Schicht bisher entdeckten Dinosaurier-Arten ist das Iguanodon das einzige Thier, welches derartige dreizehige Spuren hinterlassen konnte. In der That paßte der Fuß des Brüsseler Thieres aufs Schönste in die Spuren-Abdrücke, welche Struckmann aus Hannover eingesandt hatte. Auf den hannöverschen und englischen Steintafeln stehen die Spuren genau wie die eines im Schlamme watschelnden Riesenvogels und niemals findet sich zwischen den dreizehigen Spuren der anscheinend zwischen den Zehen mit einer schmalen Schwimmhaut versehen gewesenen Füße der Abdruck der fünffingrigen Hand, wie es doch der Fall sein müßte, wenn diese Thiere auch nur zur Abwechselung einmal auf allen Vieren gegangen wären.

Merkwürdig ist die starke seitliche Zusammenpressung des Körpers, welche das Thier wahrscheinlich zu einem gewandten Schwimmer machte. Sein bevorzugter Aufenthalt scheinen Süßwassersümpfe gewesen zu sein, in denen es sich vermuthlich hauptsächlich von Farnkräutern nährte, mit deren Ueberresten es in Bernissart gefunden wurde. Sobald es sich auf festen Boden befand, hatte es von seiner aufrechten Stellung den Vortheil, zwischen den Uferpflanzen auf große Entfernungen hin, die riesigen Raub-Dinosaurier zu erkennen, die sich auch an diesen Koloß herangewagt haben werden. Uebrigens war das Thier nicht völlig wehrlos, denn der Daumen der fünffingerigen Hand war in einen mächtigen Sporn umgewandelt, der im Leben mit einem hornartigen Stachel umkleidet war. Vermuthlich erfaßten sie, wenn angegriffen, ihren Gegner mit kurzen, kräftigen Armen und drückten ihm die Daumensporne wie zwei Dolche tief in's Fleisch. Der verhältnißmäßig kleine Schädel enthielt in den vermuthlich wie ein Vogelschnabel mit Horn bekleideten Kiefern 92 Zähne, die aber nicht bis zur Spitze reichten. Während bei der früher bekannten Art das Kreuzbein aus fünf Wirbeln bestand, zeigen die meisten belgischen Exemplare sechs Wirbelknochen im Kreuzbein, ähnlich wie eine von Hulke in England ausgegrabene Art, die aber einen Knochenpanzer besessen zu haben scheint, während die belgischen Thiere, wie man nach erhaltenen Hautstücken schließen kann, eine nackte, oder höchstens mit feinen Schuppen bedeckte Haut besaßen. Das Becken und Brustbein sind im hohen Grade vogelähnlich gebildet, ein Verhalten, auf welches wir bald zurückkommen werden.

Aus den übrigen Abtheilungen der Vogelfüßler erwähnen wir nur kurz die Camptonotiden und die Hadrosaurier, welche mit mehreren Reihen von Zähnen versehen waren, die eine förmliche gepflasterte Kaufläche, ähnlich den breiten Zähnen der Wiederkäuer bildeten. Die Hadrosaurier wurden meist in nordamerikanischen Kreideschichten gefunden, und bei der zu ihnen gehörigen Gattung Cionodon waren im Oberkiefer drei Reihen halbcylindrischer Zähne vorhanden, von welchen die äußerste Reihe die jüngsten, die innere die ältesten bereits stark abgenützten Zähne enthielt. Bei dem gleichfalls hierhergehörigen Agathaumas waren im Kreuzbein nicht weniger als acht bis neun Wirbel mit einander verwachsen. Diese Verwachsungen gehören mit der Umbildung des Beckens der Dinosaurier zu einer Klasse von Erscheinungen, die mit der Verlegung des Körperschwerpunktes nach hinten, und mit der Aufrichtung des Vorderkörpers zusammenhängen. Es sind Anpassungserscheinungen, die darum auch eine gewisse Entwicklungsfolge erkennen lassen, und so waren bei Zanclodon und Thecodontosaurus der Trias und Dyas nur 2—3 Wirbel, bei Hylaeosaurus, Megalosaurus und Iguanodon des Wealden 4—6, bei Agathaumas (Kreide) 8—9 Wirbel zum Kreuzbein verwachsen. Ebenso können wir alle möglichen Stufen von Verkürzung der Vorderfüße, Verdünnung und Pneumaticität der Knochen, und Verwachsung der Beckenknochen untereinander

beobachten, und während die meisten der bekannt gewordenen Dinosaurier getrennte Beckenknochen, wie der noch nicht ausgebildete Vogel zeigen, besaß Ceratosaurus, wie erwähnt, völlig zusammengewachsene Beckenknochen wie die erwachsenen Vögel.

Wir haben schon mehrmals von den Vogelcharacteren im Bau der Dinosaurier, deren eine Abtheilung geradezu als Vogelfüßler bezeichnet wird, gesprochen, und in der Aushöhlung der Knochen, dem Bau des Kreuz-

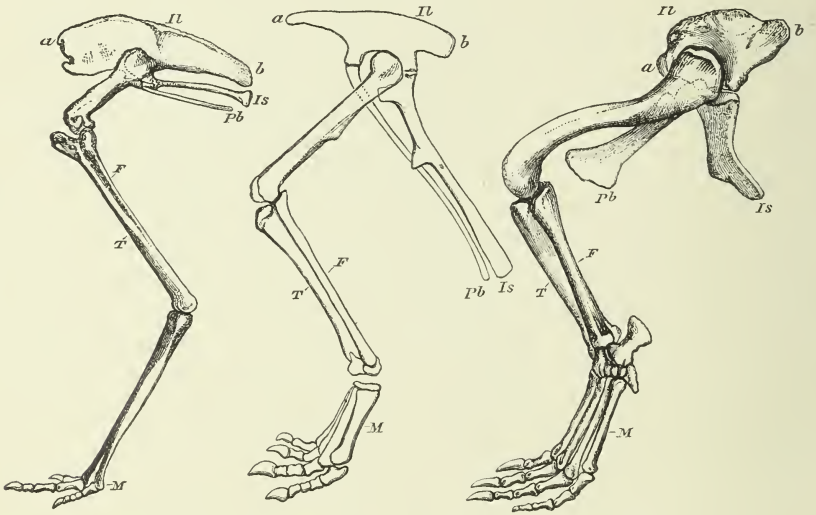


Fig. 335.
Vergleichung von Becken und Hinterbein bei Vögeln, Dinosauriern und Krokodilen nach Huxley.
Il Ilium. Is Ischium. Pb Pubis. T Tibia (Schienbein). F Fibula (Wadenbein). M Mittelfußknochen.

bein's, Beckens und der Hinterglieder lassen sich diese Aehnlichkeiten gar nicht verkennen, gewiß eine seltsame Beimischung für den Körperbau zum Theil fünfzig Fuß langer Drachen und Lindwürmer. Die Volksdichtung, die ihren Drachen Vogelfüße, Flügel und Hahnenkämme gab, war also nicht ganz im Irrthume. In Fig. 335 sehen wir nebeneinander Hinterglied und Becken vom Krokodil, einem Dinosaurier und einem Vogel dargestellt und zwar um den Vergleich zu erleichtern, in gleicher Stellung, obwohl das Krokodil zwischen den auswärts gewendeten Schenkeln dicht über dem Boden hängt, und die Mittelfußknochen (M) flach auf dem Boden liegen, während beim Vogel alle diese Theile aufgerichtet sind, so daß sein Körper wie auf Stelzen steht. Auch an sich sind die beiden Beingerüste sehr verschieden und man sieht namentlich, daß der Unterschenkel beim Krokodil sowohl, wie bei allen in dieser Hinsicht dem Grundtypus folgenden Thieren aus zwei gesonderten Knochen, dem Schienbein (T) und dem Wadenbein (F) besteht, während beim Vogel schein-

bar nur ein einfacher Knochen vorhanden ist. An Stelle der getrennten Mittelfußknochen (M) ist bei ihm nur ein einziger verlängerter Knochen, die sogenannte Stelze vorhanden; die zwischen ihnen und dem Unterschenkel beim Krokodil belegenen Fußwurzelknochen scheinen gänzlich verschwunden, und die vier Zehen sind oftmals auf drei vermindert. Betrachten wir jedoch einen jungen Vogel in seiner embryonalen Entwicklung, so finden wir diese Theile noch gesondert erhalten, und erkennen deutlich drei Mittelfußknochen, die erst später zu einem einzigen Knochen verschmelzen und ebenso verschiedene freie Theile der Fußwurzel, die theils mit dem Unterschenkel, theils mit der Stelze verwachsen, welche letztere von dem Laien leicht mit dem Unterschenkel verwechselt wird, weil der kurze Oberschenkel des Vogels dicht an den Unterleib gezogen ist, und meist in den Federn versteckt liegt.

Aehnlich verhält es sich mit der Bildung des Beckens. Beim Krokodil besteht dasselbe jederseits aus drei getrennten Knochen (Ilium, Pubis und Ischium) während beim erwachsenen Vogel statt dessen nur ein einziger Knochen vorhanden zu sein scheint. Allein die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte lehrt auch hier, daß jede Hälfte aus drei Knochen zusammenwächst, die den beim Krokodil und andern Reptilien auch den meisten Dinosauriern zeitlebens getrennt bleibenden Beckenknochen entsprechen. In allen diesen Punkten aber ist das Dinosaurierbein das wahre Mittelglied zwischen dem typischen Reptil- und dem typischen Vogelbein, es gleicht in fast allen Stücken demjenigen eines noch nicht aus dem Ei geschlüpften Hühnchen, und zeigt uns deutlich, wie die neuere Bildung entstanden ist. Schon an dem dargestellten Fuße sehen wir, wie die Mittelzehe ihre Nachbarn in der Entwicklung überragt, bei den Ornithopoden war bereits der typische dreizehige Vogelfuß deutlich vorhanden. Die Bildung des Schenkelbeinkopfes zeigt ferner bei vielen Dinosauriern, daß dasselbe dicht am Körper gelegen haben muß, wie es in der Figur dargestellt ist, nicht auswärts gerichtet, wie bei der Mehrzahl der Reptile, daß diese Thiere daher wie die Vögel und Känguruhs auf ihren Hinterbeinen umher spaziert sind. Es ist klar, daß die dreizehigen Arten dieser Thiere, wenn sie am Ufer der Gewässer, oder auf vom Regen erweichten Boden umherspazierten, bis zur Täuschung die Spuren vermeintlicher Riesenvögel hinterlassen mußten, wovon wir oben (Figur 334) bereits ein

Fig. 336.
Sogenannte Vogelfährten aus dem bunten Sandstein von Connecticut.

Beispiel gesehen haben. Man kennt solche sogenannten Vogelspuren schon aus sehr alten Zeiten und in dem bunten Sandstein des Connecticut-Thales hat man zahlreiche „Vogelfährten" gefunden, deren Zehen zum Theil fünfzehn Zoll und deren Schritte zwei Meter lang waren. (Fig. 336.)

Eine sorgfältige Untersuchung nahezu aller vorhandenen derartigen Abdrücke hat Marsh überzeugt, daß nicht der geringste Grund vorliegt, diese Spuren Vögeln zuzuschreiben. Auf den meisten Platten hat er im Gegentheil deutlich die Hervorbringung durch ein vierfüßiges Thier feststellen können, indem er neben den meist allein aufgefallenen großen Spuren der Hinterfüße die dazu gehörigen, wenn auch viel kleineren Spuren der Vorderfüße, die zuweilen den Boden berührt haben müssen, nachweisen konnte. Bei einigen finden sich außerdem Spuren von dem Eindrucke eines langen, nachschleppenden Schwanzes, wie ihn freilich nicht blos die Dinosaurier, sondern auch die ältesten Vögel besaßen.

Diese mithin deutlich Dinosauriern zugehörigen Fährten sind noch in anderer Beziehung interessant, sofern sie uns nämlich klar beweisen, daß man aus dem Mangel fossiler Ueberreste niemals auf das Fehlen gewisser Thiere oder Pflanzen in einer bestimmten Oertlichkeit und zu einer gewissen Zeit schließen darf. Nach den Fußspuren hat man bereits gegen fünfzig bis sechszig verschiedene Thierarten unterscheiden können, welche in einer bestimmten Epoche der Triaszeit an den sandigen Ufern jenes Meeres in der Gegend des jetzigen Connecticut-Thales umherliefen, während man trotz alles Suchens so gut wie gar keine Knochen von ihnen gefunden hat. Dieselben sind also wahrscheinlich, wenn überhaupt petrificirt, wieder vollständig aufgelöst worden, und ohne jene Fußspuren würde man nicht die leiseste Ahnung von der ehemaligen Existenz jener ungleichfüßigen Dinosaurier der amerikanischen Triaszeit haben. Man kann daraus ermessen, einen wie geringen Procentsatz der ausgestorbenen Thiere wir kennen mögen und wie wenig die hier und da vorhandenen Lücken in der paläontologischen Reihe gegen die Annahme einer continuirlichen Entwicklung beweisen.

Zwischen den Reptilien und den Vögeln, deren nahe Blutsverwandtschaft denkende Zoologen längst erkannt hatten, ist die vorhandene Lücke durch neuere Funde in unverhoffter Weise ausgefüllt worden. Nachdem man kurz vorher in jurassischen Schichten die älteste Vogelfeder gefunden hatte, entdeckte der Arzt und Petrefaktensammler Häberlein 1861 im Solenhofer Schiefer die in Fig. 337 abgebildete, jetzt im britischen Museum befindliche Platte, mit dem Abdruck eines mit Flügeln und Federn versehenen, reptilähnlichen Urvogels, welchen Andreas Wagner den Räthselsaurier (Gryphosaurus) taufte, worauf der Name später in den des langschwänzigen Urflüglers (Archaeopteryx macroura) umgeändert wurde. Die Gegner der damals eben an's Licht getretenen Darwin'schen Theorie empfanden diesen Fund als eine harte Niederlage; man sprach von einer Fälschung, einem Kunstprodukt,

und als diese Deutung durch die genaueste Untersuchung widerlegt wurde, suchte man die Bedeutung des Fundes in jeder Weise herabzusetzen. Indessen trug er die Beweise seiner Echtheit und Wichtigkeit in deutlichen und für die Entwicklungslehre lautes Zeugniß ablegenden Kennzeichen an sich. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit an diesem rabengroßen, mit wohl ausgebildeten Flügeln versehenem Thiere war ein verhältnißmäßig ebenso langer „Reptilschwanz", wie ihn der obenerwähnte Compsognathus besaß, mit dem Unterschiede, daß dieser aus zwanzig länglichen, immer dünner werdenden Wirbeln gebildete Eidechsenschwanz an jedem Wirbelstücke zwei längere Federn trug und also wie ein großer Federfächer nachschleppte. Bekanntlich weist kein Mitglied der jetztlebenden artenreichen gefiederten Welt irgend eine ähnliche Schwanzbildung auf, vielmehr besteht der Vogelschwanz gewöhnlich aus wenigen kurzen Wirbelstücken, deren letztes pflugschaarartig verbreitert und aufwärts gebogen ist und die meist fächerförmig ausgebreiteten Schwanzfedern trägt. Der angestammte, gegen die Spitze verjüngte Reptilien- oder vielmehr Urfisch-Schwanz ist also den Vögeln erst im Laufe ihrer historischen Entwicklung abhanden gekommen, ebenso wie ihn die Frösche und die höchsten Wirbelthiere eingebüßt haben, aber alle diese Thiere, die Vögel nicht ausgenommen, weisen

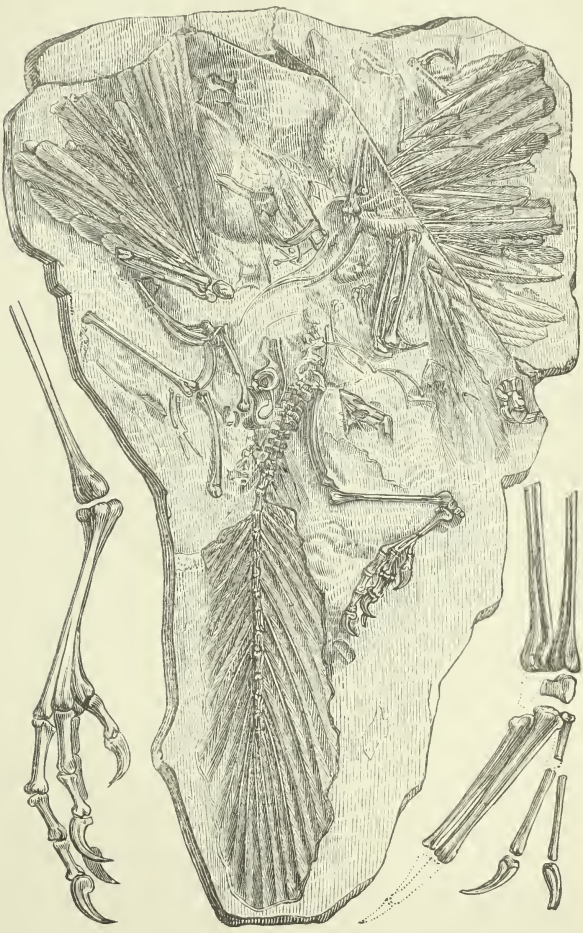


Fig. 337.
Archaeopteryx macroura. Aus den Solenhofer Schiefern, links die Fuß-, rechts die Flügelknochen besonders dargestellt. (Londoner Exemplar.)

noch heute in ihren früheſten Zuſtänden dieſes ſpäter beträchtlich verkürzte oder mit andern Theilen verwachſende Erbſtück auf. Bei dem den Reptilien auch noch in andern Beziehungen näherſtehenden Strauß, deſſen Schwanz neun Wirbeltheile zeigt, ſind in der Jugend-Anlage achtzehn bis zwanzig vorhanden, wie bei jenem vorzeitlichen Vogel. Die Reduktion geſchieht theils dadurch, daß mehrere Wirbel der Schwanz-Anlage das Kreuzbein vergrößern, theils indem vier bis fünf zu dem Endknochen zuſammenwachſen, nur einige der allerletzten, deren Anlage im Embryo durch eine Verlängerung der Chorda angedeutet iſt, verſchwinden völlig.

Seitdem im Jahre 1877 von demſelben Schatzgräber ein zweites, jetzt in der Berliner Sammlung befindliches Exemplar vom Urvogel (Taf. XIV) in denſelben Schichten gefunden wurde, hat man manche zweifelhaften Punkte über den Bau dieſes merkwürdigen Thieres feſtſtellen und Irrthümer berichtigen können, da daſſelbe ſich in viel beſſerer Weiſe zur Unterſuchung darbietet. Zunächſt zeigt dieſes Exemplar, welches von Seeley einer andern Art zugerechnet wird, weil es einige Verſchiedenheiten in der relativen Länge der Gliedmaßen darbietet und etwas kleiner iſt, auch den Kopf in vortrefflicher Erhaltung, und man erblickt in beiden Kiefern eine Reihe ſpitzer Zähne. Ferner hat der feine Teig des Einbettungsmaterials, die Abformung des Gefieders viel vollſtändiger erzielt, und man erkennt hier, daß das Thier außer an ſeinen Flügeln, auch an ſeinen Schienbeinen Federn trug, wodurch J. Evans auf die ſonderbare Meinung gekommen iſt, das Thier ſei „mit allen Vieren" gepflogen. Es handelt ſich aber offenbar nur um ſogenannte „Hoſen", wie ſie unſer Falken und andere Vögel beſitzen, und ebenſo ſcheint am Grunde des taubenartigen Halſes ein Federkragen, ähnlich demjenigen des Condors deutlich erkennbar zu ſein. Kopf und Hals mögen, wie bei verſchiedenen lebenden Vögeln, federlos geweſen ſein, dagegen ſcheint der übrige Körper, nicht wie Carl Vogt glaubte, nackt und mit Reptilſchuppen beſetzt, ſondern ebenfalls mit Federn bedeckt geweſen zu ſein, wie die Verwiſchung mancher Umriſſe und einige wirklich erkennbare Federn beweiſen.

Carl Vogt war nämlich nach einer flüchtigen Unterſuchung zu der Ueberzeugung gekommen, die Archaeopteryx ſei gar kein Vogel, ſondern ein befiedertes Reptil, Kopf, Schulterbogen, Hand, Becken, kurz der ganze Gerüſtbau, ſei mehr reptilien- als vogelartig, in einem ſolchen Grade, daß man glauben müſſe, ihr, deren Skelet gegenüber der üppigen Federentwicklung ſo geringe Umbildungen zeige, ſeien Geſtalten echter Erdreptilien vorausgegangen, deren Skelet gar keine Veränderungen erlitten hätte, und bei welchen anſtatt vollkommner Federn blos Stumpfe rudimentärer Federn vorhanden geweſen wären, ſo wie ſie heute der Embryo der Vögel im Ei zeigt, eine Anſicht, die ſchon früher von Studer aufgeſtellt und mit überzeugenden Gründen unterſtützt worden iſt. Gegenbaur und andere Forſcher haben ihrerſeits gezeigt, daß dieſe Federkeime vollkommen den Schuppen und ähnlichen Hautgebilden

Archäopteryx
(Berliner Exemplar).

der Reptilien in ihrer Entstehungsweise gleichwerthig sind, daß die Vogelfedern nichts anderes als fortgebildete Reptilschuppen sind, mit demselben Vermögen, sich aus den Abfallstoffen des Körpers prächtige Farben anzueignen, wie diese.

Es ist klar, daß sich erst mit der Umwandlung der Reptilschuppe in eine Feder, die noch heute in ihrem Ursprunge gleich sind, die wirkliche Natur des Vogels, vor allem sein Charakter als warmblütiges Thier entwickeln konnte; in diesem Sinne war aber die Archäopteryx bereits ein echter Vogel, wenn auch, wie Marsh betont, der reptilienähnlichste aller bekannten. Die zähnetragenden Kiefer, die beiderseits gehöhlten Wirbel, die Bildung des Schultergürtels, die unvollkommne Umgestaltung der Hand zum Flügel, der lange Schwanz, die freien Beckenknochen und viele andre Einzelnheiten, die man im Gerippe des Urvogels bemerkt, nähern ihn ebenso den Reptilien, wie sie ihn von den heute lebenden Vögeln entfernen, und in diesem Sinne ist es völlig richtig, ihn ein Mittelglied zwischen Reptilien und Vögeln zu nennen, aber Seeley, Marsh und W. Dames haben übereinstimmend gezeigt, daß es eine entschiedene Uebertreibung ist, wenn Carl Vogt das Thier ein befiedertes Reptil nennen will.

Schädel und Gehirnbildung sind entschieden derjenigen der heute lebenden Vögel viel ähnlicher als der irgend welcher Reptilien, die Flugeidechsen nicht ausgenommen, obwohl diese eine ähnliche Kopf- und Schnabelbildung aufwiesen. Im Schultergürtel ist ebenso die Aehnlichkeit mit dem Vogel ausgeprägt, obwohl das nicht sicher nachgewiesene Brustbein anscheinend sehr klein war, und die Rippen schmächtiger sind, als bei irgend welchem lebenden Vogel. Eine große Reptilien-Aehnlichkeit besitzt allerdings die vordere Extremität, und namentlich die sogenannte „Hand." Es waren an derselben zwar nicht, wie die Owen'sche Rekonstruktion (Fig. 337) annahm, vier mit Krallen besetzte Finger vorhanden, sondern nur drei (Fig. 338) und zwar zeigt der erste Finger zwei, der zweite drei und der dritte vier Phalangen, genau wie es bei der Hand der meisten Reptile, (Eidechsen, Krokodile, Dinosaurier ꝛc.) der Fall ist, während die lebenden Vögel mit Ausnahme der Strauße am dritten Finger nur noch eine Phalanx besitzen, also deren drei eingebüßt haben, während auch an den andern Fingern meist eine Reduktion der Phalangenzahl eingetreten ist und Krallen nur noch bei der Minderzahl am ersten oder zweiten Finger angetroffen werden. Ferner findet sich der Unterschied, daß die Mittelhandknochen bei Archäopteryx unverwachsen sind, wie bei den Reptilien, während sie bei den lebenden Vögeln miteinander verwachsen. Es hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, daß die Archäopteryx ihre bekrallten Flügelfinger noch zum Kriechen und Klettern verwendete, wozu die ungehemmte Beweglichkeit erfordert wurde. Die untereinander unverwachsenen Beckenknochen, welche denen der Dinosaurier sehr ähnlich sind, während sie bei den heute lebenden Vögeln zu einem Stücke verwachsen, bilden

einen ferneren Reptilcharakter, und auch die hintere Extremität ist, wie Marsh gezeigt hat, derjenigen mancher Dinosaurier viel ähnlicher, als der der heutigen Vögel, denn Schienbein und Wadenbein, die bei diesen völlig verwachsen sind, zeigen sich noch in ihrer ganzen Länge getrennt, und in einer verschiedenen, derjenigen der Dinosaurier viel ähnlicheren Stellung, die Mittelfußknochen waren entweder ganz frei, oder jedenfalls noch nicht in dem Maße verwachsen, wie sie es bei den lebenden Vögeln sind, bei denen sie die sogenannte Stelze bilden (Fig. 335).

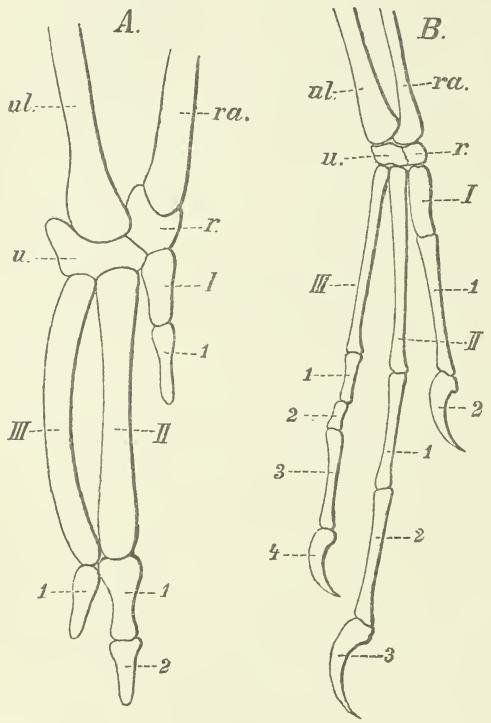


Fig. 338.
A Hand eines Hühner-Embryo nach Gegenbaur. B Hand von Archaeopteryx in natürl. Größe. ra Radius. ul Ulna. r Radiale. u Ulnare. I, II, III Die drei unverwachsenen Mittelhandknochen. 1, 2, 3, 4 Die Phalangen der drei Finger. Nach W. Dames.

Die neuesten Untersuchungen der Entwicklung junger Vögel durch Fürbringer und Bauer zeigen, daß die heute lebenden Vögel durch jene reptilienähnlichen Zustände der Bezahnung, Hand-, Becken-, Fuß- und Schwanzbildung, wie sie bei Archaeopteryx bleibend vorhanden waren, in ihrer frühesten Jugend hindurchgehen, so daß dieselbe unzweifelhaft den Typus der Ahnen unsrer jüngern Vögel repräsentirt. In den Kiefern junger Vögel erscheinen Reihen von Zahnpapillen, wie Etienne Geoffroy St. Hilaire schon 1821 an jungen Papageien beobachtet hatte, die denen gewöhnlicher Zähne in den ersten Stadien entsprechen, aber sich alsdann zurückbilden; Beckenknochen, Mittelhand- und Mittelfußknochen erscheinen frei und von einander getrennt, wie bei den Dinosauriern, die Hand eines jungen Hühnchen gleicht der „Reptilhand" bis auf die Krallen vollständig, und die überschießenden Phalangen der Finger, verschwinden ebenso in der weitern Entwicklung, wie manche andern, den Reptilien und ältesten Vögeln gemeinsamen Knochen der Gliedmaßen und des Schwanzes, während die Becken-, Mittelhand- und Mittelfußknochen mit einander verwachsen.

Wenn nun aber W. Dames, der die ausführlichste Beschreibung von Archäopteryx geliefert hat, daraus schließt, daß die Reptilien-Aehnlichkeit der-

selben übertrieben worden sei, da ihre Körperbildung ja mit derjenigen der lebenden Vögel im Embryonalzustande auf das vollständigste übereinstimme, so liegt darin ein völliges Verkennen der Lehren, die man aus der Entwicklungsgeschichte zu ziehen hat. Mit demselben Rechte, wie Dames meint, Archaeopteryx sei von unsern Vögeln nicht erheblich verschieden, könnte man behaupten, auch die Säugethiere stünden den Fischen und Amphibien noch heute ganz nahe, denn man sähe ja an ihren Embryonen noch die Kiemenspalten! Dames will allerdings nicht die Verwandtschaft und Abstammung der Vögel von den Reptilien läugnen, aber er will nicht die starke Annäherung der Archaeopteryx an die Reptilien anerkennen, und möchte mit Seeley der von Huxley und Marsh betonten Ableitbarkeit des Vogeltypus von den Dinosauriern widersprechen. Die Aehnlichkeiten im Bau des Beckens und der Hinterglieder seien nur die Folge der beiderseitigen Aufrichtung des Körpers und Bewegung auf den hintern Gliedmaßen. Aber er vergißt, daß noch manche andre Bildungs-Eigenthümlichkeiten der Dinosaurier eine parallele Entwicklung bezeugen, wie die Verminderung der Finger, die Brustbeinbildung und namentlich die Tendenz zur Aushöhlung der Knochen. Jedenfalls bleibt er uns den Nachweis einer näherstehenden Reptilgruppe schuldig, da er der Ansicht von Wiedersheim, daß die langschwänzigen Flugeidechsen der älteren Periode die Ahnen der einen Hälfte des Vogelreichs sein möchten, ebensowenig zustimmt. Selbstverständlich behauptet kein Forscher, daß die Vögel erst von Dinosauriern der Jura- und Kreidezeit abstammen sollen, allein daß dieselben die nächsten Vettern der Vögel darstellen und mit ihnen dem nämlichen Grundstamm entsprossen sind, scheint heute die weitaus hoffnungsvollste Hypothese zu sein.

Auch der weite Zwischenraum, der noch zwischen Archaeopteryx und den heute lebenden Vögeln trotz aller Versuche denselben zu mindern, besteht, ist seitdem durch neuere Funde mehr oder weniger vollständig ausgefüllt worden. Im Sommer 1872 beschrieb Marsh in den obern Kreideschichten von Kansas gefundene Vogelreste (Fig. 339) die einem Ichthyornis dispar getauften Wasservogel von Taubengröße angehört haben. In jedem Unterkiefer (b) desselben sind einundzwanzig Zahnhöhlen vorhanden, in denen kleine zusammengedrückte und spitze Zähne vorhanden waren, die alle mehr oder weniger nach rückwärts gekrümmt, und deren Kronen mit glattem Email bedeckt sind. Die kräftigen Flügelknochen und der stark entwickelte Kamm des Brustbeins zeigen an, daß der Vogel ein kräftiger Flieger war, und die Zähne, daß er sich offenbar von Fleisch, wahrscheinlich von kleinen Fischen nährte. Während aber die Skeletbildung im Allgemeinen und von den zahnbewehrten Schnabel abgesehen, derjenigen der heutigen Vögel entspricht, findet sich doch eine bemerkenswerthe Verschiedenheit, die Mitten der Wirbelknochen (Fig. 240 c) zeigen nämlich nicht, die den heutigen Vögeln zukommende sattelförmige Bildung, sondern sie sind auf beiden Seiten tellerförmig ausgehöhlt, wie die der Fische,

Amphibien und älteren Reptile. Die Wirbel der Archaeopteryx besaßen anscheinend eine ähnliche Bildung.

Für den Anhänger der Entwicklungstheorie verursacht diese Bildungsungleichheit beim ersten Anblick einige Schwierigkeiten, sofern zunächst keine Andeutung von einer Umbildung der einen Wirbelform in die andere und keine Erklärung von der Entstehung der modernen Vogelwirbelform vorhanden war. Allein bei dem dritten Halswirbel von Ichthyornis ertappte Marsh sozusagen die Natur auf der That, indem er daran Art und Ursache der Umbildung der älteren in neuere Vogelwirbel studiren konnte. Dieser Wirbel zeigt nämlich allein unter allen übrigen Wirbeln des Ichthyornis eine merkwürdige Annäherung an die sattelähnlichen Gelenkflächen der Wirbel aller

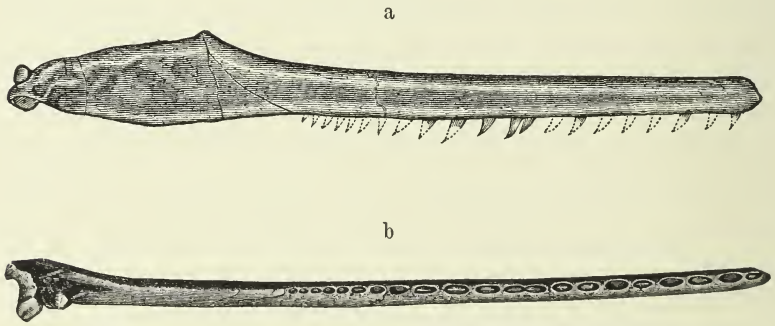


Fig. 339.
Schnabel des Fischvogels (Ichthyornis). a Oberkiefer von der Seite. b Unterkiefer von oben.

neueren Vögel. Der Grund aber, weshalb grade dieser eine Wirbel so stark umgebildet ist, ergiebt sich aus seiner Lage. Er bezeichnet nämlich die erste Biegungsstelle des Nackens und seine Form erleichterte die Bewegungen in einer senkrechten Ebene sehr. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß die vorherrschende Bewegung im Nacken der Vögel in der Vertikalebene erfolgt, so erkennen wir sofort, daß die Bewegung selbst direkt dahin zielen muß, jene Umänderung hervorzubringen. Dieselbe Umbildung ist dann wahrscheinlich von vorn nach hinten auch an den übrigen Wirbeln vor sich gegangen bis zum Rücken, wo jene Bewegungsart kaum noch in Betracht kommt und woselbst sich in der That einige Ausnahmen, z. B. bei Pinguinen finden, während in den Schwanzwirbeln die ursprünglich biconcave Form meist erhalten blieb.

Es scheint, daß sich dem Fisch-Vogel in der Zahnbildung die meisten Vögel der Kreidezeit, nicht nur der Apatornis der amerikanischen Kreide, sondern auch verschiedene gleichaltrige Arten, deren mehr oder weniger unvollständige Reste man in Europa gefunden hat, anschließen. Selbst noch ein Vogel der Eocänzeit, der von Owen beschriebene Argillornis longipennis war mit deutlichen Zahnhöhlen in den Kiefern versehen, so daß der Verlust der

Zähne doch nicht so gar schnell vor sich gegangen zu sein scheint, wie bei den Flugeidechsen, und das Neuerscheinen der Anlagen weniger zu verwundern ist. Dagegen war der den Tauchern und Sturmvögeln verwandte Zahnvogel des Londonthons (Odontopteryx toliapicus Owen) nur noch mit einem gezähnten Hornschnabel, ähnlich unserm Sägetaucher versehen, und manches scheint darauf

Fig. 340.
a, b Zahn und Wirbel von Hesperornis.
c Wirbel von Ichthyornis.

Fig. 341.
Hesperornis regalis Marsh. Restaurirt $^1/_{10}$ der natürlichen Größe.

hinzudeuten, daß an die Stelle der echten mit Zahnbein versehenen Zähne, später Hornzähne getreten sind, ehe die Anlage sich ganz zurückbildete.

Während sowohl Archaeopteryx als Ichthyornis und die andern eben genannten fossilen Vögel zweifellos der Abtheilung mit voll entwickelten Flügeln, und einem kammtragenden Brustbein zum Ansatz der Flugmuskeln, d. h. dem Hauptstamm der sogenannten Kielvögel oder Carinaten angehören, scheinen auch die Wurzeln der außer dem Mangel der Flugfertigkeit noch durch manche andre Kennzeichen von ihnen geschiedenen Straußvögel oder Ratiten bis zur Kreidezeit, ja vielleicht bis zur Juraperiode zurück verfolgbar zu sein. Wenigstens besaß der Ueberrest eines im obern Jura von

Wyoming in den sogenannten Atlantosaurus-Schichten gefundenen Vogelschädels, von Laopteryx prisca nach Marsh deutlich einzelne Kennzeichen des Ratitenschädels. Mit Entschiedenheit rechnet aber der genannte Paläontologe zu dieser Abtheilung den gegen Ende des Jahres 1875 in amerikanischen Kreideschichten gefundenen, und in seinem großen Werke über die amerikanischen Zahnvögel beschriebenen Hesperornis regalis (Fig. 340 u. 341), den er als einen „fischenden Strauß" von fünf bis sechs Fuß Höhe bezeichnet. Bei ihm waren die Kiefer nicht mit getrennten Zahnhöhlen versehen, sondern wie bei manchen Reptilien, z. B. bei Ichthyosaurus mit einer tiefen Rinne, in welcher zahlreiche, vollkommen mit Zahnbein und Schmelz versehene Zähne (Fig. 340 a) saßen, die im Oberkiefer, wie bei den Ornithopoden nicht bis zur Schnabelspitze reichten. In Form, Bau und Erneuerungsweise glichen diese Zähne auf's vollständigste denen von Mosasaurus (S. 426), indem sich ganz wie dort der Keim des Ersatzzahnes auf der innern Seite der Wurzel des im Gebrauch befindlichen Zahnes bildete, durch Absorbtion eine Höhlung in derselben erzeugte, und so den alten Zahn unterminirte, der abbrach, wenn der Ersatzzahn weit genug herangewachsen war. Es ist wichtig zu bemerken, daß Geoffroy ähnliche Zahnrinnen auch bei Strauß-Embryonen beobachtet hat, während sie niemals bei richtigen Fliegern beobachtet worden sind. Vor Allem bemerkenswerth ist der Bau des Schultergürtels und Beckens, wobei sich eine Anzahl reptilienartiger Charaktere offenbaren. Die in Fig. 335 dargestellten drei Stücke des Beckens waren bei Hesperornis noch lange nicht so vollständig miteinander verwachsen als bei den heute lebenden Vögeln, unter denen eben nur einzelne Ratiten z. B. der neuholländische Kasuar einige Analogien zeigen. Am Schulterbogen blieben die Schlüsselbeine, obwohl einander genähert, unverwachsen wie beim Emu, ein Verhältniß, welches bei keinem fliegenden Vogel oder fliegenden Reptil jemals beobachtet worden ist und bei den heute lebenden Vögeln nur noch in einer frühen Jugendperiode vorkömmt. Man hat in der Regel angenommen, daß die Strauße und alle nichtfliegenden Vögel von Carinaten abstammen, die ihr Flugvermögen allmälig eingebüßt und ihre Flügel durch Nichtgebrauch verkürzt hätten. Diese Anschauung bewahrheitet sich in der That bei vielen Vögeln, in deren Gerüstbau man unverkennbare Spuren der Flugfähigkeit ihrer Ahnen bemerkt, z. B. beim Dodo (Didus) Solitair (Pezophaps), Notornis u. A. Bei dem Hesperornis dagegen und bei allen Ratiten findet man keine Spur eines ehemals vorhanden gewesenen Kammes am Brustbein, und ebenso wird der Flügel einzig durch das lange, dünne, herabhängende Oberarmbein, welches an seinem äußern Ende keine Spur von Gelenk zeigt, vorgestellt. Seine Stellung schließt eng an die Rippen und er blieb wahrscheinlich nahezu oder völlig unter den Hautgebilden versteckt wie beim Kiwi, so daß diese rudimentären Schwingen gleich unbrauchbar beim Fliegen wie beim Schwimmen gewesen sein müssen. Dagegen waren die Füße sehr kräftige Schwimmfüße, ähnlich denen der

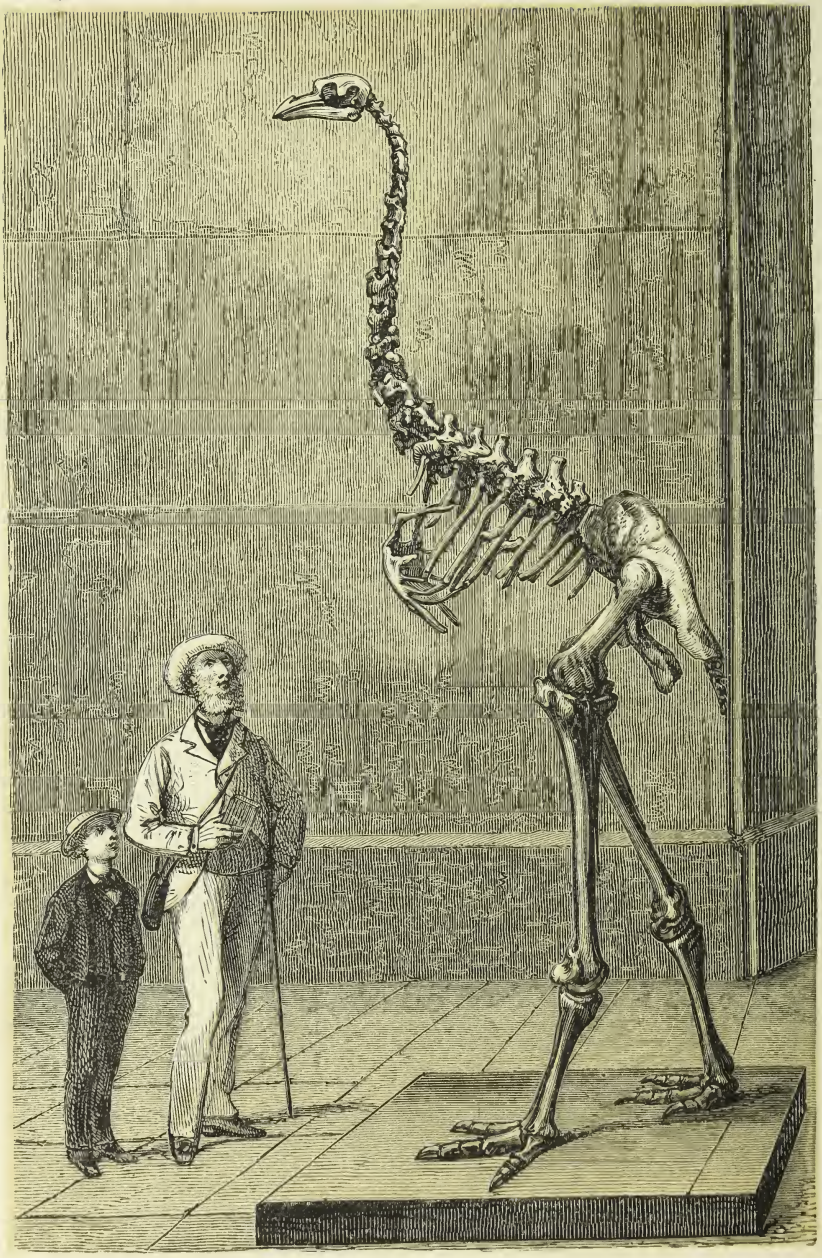
Taucher, und der biberartige Schwanz, der eine beträchtliche Breite besessen zu haben scheint, mag ihre Ruderarbeit unterstützt haben, wenn dieser Vogel — ein fischender Strauß — seine Nahrung suchte.

Alles dies zeigt, daß der Straußen-Typus ein sehr alter ist und den Reptilien näher steht, als derjenige der Carinaten, so daß man versucht sein könnte, die obige Annahme umzukehren und vielmehr alte Ratiten, deren vordere Extremität noch vollständig erhalten war, für die Ahnen sowohl der späteren Ratiten als der Carinaten zu halten. Denn die ersteren machen in jeder Beziehung den Eindruck eines älteren, aussterbenden Typus, die Carinaten den eines jüngern, in voller Blüthe befindlichen, und zudem gehen letztere in ihrer Entwicklung durch verschiedene Stadien hindurch, die bei den Ratiten bleibend sind. Auch die Befiederung der Strauße besitzt einen solchen embryonalen Charakter. Die Vogelfeder ist nach Th. Studer in ihren ersten Stadien eine Papille der Haut, die sich erst nach oben erhebt und dann taschenartig einsenkt. Daher können sich Federn in allen Oberhauttheilen bilden und erscheinen nach Fraisse sogar bei manchen Vogel-Embryonen in der Mundhöhle. In jener Hauttasche entsteht nun zunächst die Spule der Embryonaldune, deren Strahlen zuerst von einer Hornhülle umgeben sind, welche noch im Embryo abgestoßen wird. Mit diesen pinselförmigen Embryonaldunen, die bei allen Vogelarten einen im Wesentlichen übereinstimmenden Bau zeigen, nämlich aus Spule und feingefiederten Strahlen bestehen, verläßt das junge Thier bei den meisten Vögeln das Ei und erhält dann erst die ebenfalls allen Vögeln zukommenden bleibenden Dunenfedern, welche den bekannten fiederartigen Bau haben und die gefiederten Strahlen auf den beiden Seiten eines Mittelschaftes tragen. Die Straußvögel kommen nun über diese Dunenbefiederung nicht hinaus, und selbst die großen, zum Schmuck der Damenhüte benutzten Straußfedern sind nichts als vergrößerte Dunen. Bei manchen Straußarten, wie dem neuseeländischen Kiwi (Tafel XVI), scheint sogar ein der Embryonaldune verwandteres haarartiges Federkleid vorhanden zu sein. Mit Dunen kann man aber nicht fliegen, und so liegt auch in dem ausschließlichen Dunenkleide der Straußvögel ein weiterer Beweis, daß ihre Ahnen keine fliegenden Vögel waren. Wohl aber kann man sich vorstellen, daß Urstrauße ihre mit Dunen bedeckten und mit mindestens drei Fingern versehenen vordern Extremitäten als Doppelsegel benützt haben, um sich vom Winde tragen zu lassen, und diese alte Gewohnheit könnte ebenso wie die Benutzung der vordern Gliedmaßen als Fallschirme die Ausbildung eigentlicher Schwingen begünstigt haben, für die dann auch eine besondre Feder, die Deckfeder entstand.

Man sieht, es ist ebensowohl denkbar, daß die Vögel einen gemeinsamen Ursprung gehabt haben, dessen Grundstein dann noch in den Ratiten erhalten wäre, und sich bereits zur Jurazeit oder noch früher in mehrere Zweige getheilt hat, als daß die Ratiten und Carinaten wie andre Naturforscher

für wahrscheinlicher halten, einen verschiedenen Ursprung gehabt haben, und auch dann würden die Ratiten den Dinosauriern näher stehen, als die Carinaten. Soviel ist klar, daß wir die Vögel mit verlängertem Schwanze, die sogenannten Eidechsenschwänzer (Saururae) und die bezahnten Vögel (Odontornithes) überhaupt, unter denen sich die Gruppen der Rinnenzähner (Odontolcae) und der Grubenzähner (Odontormae) früh trennten, noch als unvollkommene Vögel betrachten müssen, denn beide Eigenthümlichkeiten sind weder dem schnellen Laufe, noch dem Fluge förderlich und fast nur als Erbschaften erklärbar. Der Verlust der Zähne und des langen Schwanzes gehört zu einer Reihe ganz natürlicher Umbildungen, die das Thier erleichterten und fähiger zum Schwimmen in dem dünnern Elemente machten. Der Ersatz der zahnbewehrten Kiefer durch einen leichteren Hornschnabel, des schweren Schwanzes durch ein aus Federn bestehendes Steuer erklären sich einfach durch den Vortheil, den solche Abänderungen ihren Eigenthümern sicherten, und deshalb finden wir einen ganz analogen Fortschritt auch bei den mittelst einer Flughaut fliegenden „Fleder-Eidechsen" ausgedrückt. Die ältesten bekannten Formen derselben (Dimorphodon aus den Liasschichten) besaßen ebenfalls Zähne und einen langen Eidechsenschwanz wie Archaeopteryx. Spätere Flug-Eidechsen (Ramphorhynchus) besaßen wie die amerikanischen Kreidevögel zwar noch die Zähne, aber der Schwanz hatte sich um mehrere Wirbel verkürzt. Den zahnlosen Vögeln unserer Zeit entsprechen die den obersten Sekundärschichten angehörigen zahnlosen Flug-Eidechsen (Pteranodon), so daß man deutlich eine nach gleichem Modus wirkende mechanische Ursache in der Fortbildung dieser beiden so verschiedenen Thiergruppen wirksam sieht. Zum Ersatz der verlorenen Zähne bildete sich bei den Vögeln ein Kaumagen aus, dessen Arbeit bei einzelnen derselben durch verschluckte harte Gegenstände, die als Reibsteine dienen, unterstützt wird.

Die weiteren Umwandlungen des Vogeltypus gehören meistens zu den Anpassungen an verschiedene Lebensweise. Schon unter den flugloſen Ratiten fanden dieselben in verschiedenster Weise statt, und wir haben schon gehört, daß Hesperornis ein fischender Strauß war, den sein biberartig umgewandelter Schwanz zu einem geschickten Schwimmer machte, während der Kiwi oder Schnepfenstrauß Neuseelands (Taf. XVI) wie die Schnepfe mit einem langen Schnabel versehen ist, mit dem er den Sumpf durchwühlt, um allerlei lebendes Gethier darin zu finden. Die Strauße bilden ein aussterbendes Geschlecht, denn man kennt im Ganzen von ihnen nur zwölf Arten, zwei, vielleicht drei Straußarten in Afrika, drei Casuar-Arten im südlichen Asien, zwei Emu's in Australien, drei Rhea-Arten in Südamerika und drei bis vier Kiwi-Arten auf Neu-Seeland. Schon diese weite Verbreitung der Reste deutet das Alter des Geschlechts an, welches sich nicht vermittelst seiner Schwingen, wie die andern Vögel über die ganze Welt verbreiten konnte, der embryonale Zustand des Gefieders, die späte Verwachsung



Skelet der dreizehigen Moa
(Dinornis giganteus).

der Schädelknochen, das bei einigen Arten unverwachsene Becken und andre Kennzeichen bestätigen, daß sie sich den Reptilen mehr als irgend welche andre Vögel nähern. Dazu kommt die Größe verschiedener, erst in jüngster Zeit ausgestorbener Arten, welche die unsrer größten lebenden Art, des afrikanisches Straußes (mit 6—7 Fuß Höhe) erheblich übertrafen. Dies gilt insbesondre von den verschiedenen Arten der Moas (Dinornis Taf. XV) und ihrer Verwandten auf Neu-Seeland, die, wie ihr wissenschaftlicher Name schon andeutet, mehr für die Gesellschaft der vorzeitlichen Schreckensthiere (Dinotherium und Dinosaurier) geeignet schienen, als für unsere Zeit, in welcher die Vögel vorwiegend als harmloser Schmuck erscheinen, dem wir unsere wärmsten Sympathieen zuwenden. Die Maoris erzählen Schauergeschichten von den Kämpfen ihrer Vorfahren mit diesen Riesenvögeln, deren Knochen in der That in den obersten Schichten von Höhlen gefunden wurden, die ihre natürlichen Schlupfwinkel gebildet haben dürften und noch reich an organischen Bestandtheilen sind. Dagegen haben sich die Angaben, daß noch einige Arten dieser Riesenvögel in unzugänglichen Gebirgstheilen leben, bisher nicht bewahrheitet. Die ersten Knochen neuseeländischer Riesenvögel kamen 1839 nach Europa, und später sind namentlich durch Hochstetter und Haast zahlreiche vollständige Exemplare in Höhlen ausgegraben und gefunden worden, in denen sich ihre Skelette zum Theil in natürlicher Lage befanden, so daß selbst die sogenannten „Moasteine", abgerundete Kiesel und Chalcedone, welche diese Thiere gleich den heute lebenden Straußen als Mahlsteine zum Zerreiben der Nahrung verschluckten, an der entsprechenden Stelle des Gerippes lagen.

Owen, der diese Familie zuerst wissenschaftlich bearbeitet hat, theilte die circa fünfzehn Arten, denen die vorhandenen Reste zugehören, zwei verschiedenen Gattungen zu, von denen die eine, gleich dem noch in mehreren Arten lebenden Schnepfenstrauß oder Kiwi (Apteryx), mit vier Zehen versehen gewesen zu sein scheint und darnach Alt-Kiwi (Palapteryx) genannt wurde, während die andern Arten, die nur drei Zehen, wie die neuholländischen Emu's besaßen, schlechtweg die Riesen- oder Schreckensvögel (Dinornis) genannt wurden, weil sich unter ihnen die größten Arten befinden. Von dem Aussehen des Alt-Kiwi (Fig. 342) im Leben werden wir uns die beste Vorstellung machen können, wenn wir einen Blick auf den lebenden Schnepfenstrauß werfen. Es ist dies ein Thier von der Größe unsres Huhnes, welches seinen wissenschaftlichen Namen Apteryx, d. h. der Flügellose davon erhielt, weil der sehr rudimentäre Flügel gleich dem Schwanze völlig versteckt bleibt unter den langen haarartigen Federn, die den oben (S. 463) geschilderten Embryonalfedern der andern Vögel gleichen. Hochstetter hat deshalb in seinem Restaurations-Versuche (Taf. XVI) den über sechs Fuß hohen Alt-Kiwi neben den lebenden Schnepfenstrauß gestellt und ihm, abgesehen von dem kürzeren Schnabel, die Haarfeder und

Fußbekleidung des Kiwi gegeben. Vielleicht hatte er auch einige Aehnlichkeit mit den Lebensgewohnheiten und dem geistigen Vermögen der lebenden Kiwi-Arten. Von den Kiwis der Nordinsel (Apteryx Mantelli) weiß man, daß es Nachtvögel sind, die sich den Tag über in Erdlöchern und unter den Wurzelstöcken großer Waldbäume versteckt halten und nur Nachts auf Nahrung ausgehen, die namentlich in Insekten, deren Larven und Würmern besteht. Sie können außerordentlich rasch laufen und leicht über Gegenstände von zwei bis drei Fuß Höhe hinwegspringen. Die Eingebornen wissen dieselben bei Nacht anzulocken, indem sie ihren Ruf nachahmen, und überwältigen sie dann leicht mit Hilfe ihrer Hunde oder durch plötzlichen Fackelschein, der sie so verwirrt macht, daß sie sich sogar mit den Händen greifen lassen. Ihre geistigen Gaben scheinen nicht erheblich zu sein, und damit stimmt das sehr kleine Gehirn der ausgestorbenen, wie der lebenden Arten überein, welches mit dem theilweise großen Körper kontrastirend, an dasjenige der riesigen Dinosaurier der Sekundärzeit erinnert.

Fig. 342.
Kiwiartige Moa (Palapteryx ingens). Skelet von vorn gesehen.

Daher mag den Maoris die Ausrottung ihrer großen Ahnen, die sie um ihres Fleisches willen verfolgten, nicht eben schwer geworden sein, obwohl man den überlieferten Sagen der Eingebornen glauben darf, daß sie starke Gegner gewesen seien und sich oft tapfer gewehrt hätten. Von einer auf der Südinsel heimischen Art (A. Owenii), welche die Größe eines Truthahnes erreicht, wird erzählt, daß sie sich mit ihren starken, hinten gespornten Füßen der Hunde so wohl zu erwehren wisse, daß diese oftmals den Kürzern zögen. Vergleicht man damit die viel massigeren Füße einzelner ausgestorbenen

Vierzehige Moa (Palapteryx) und Kiwi (Apteryx).

Arten, so kann man vor einem solchen Gegner Respekt bekommen. Im Britischen Museum sieht man neben dem Skelet eines fossilen Elephanten (Mastodon ohioticus) dasjenige der elephantenfüßigen Moa (Dinornis elephantopus) aufgestellt, und man begreift Owen's Bemerkung, daß diese Thiere unter den Vögeln den Typus der Pachydermen vorgestellt hätten. Uebrigens ist dies eine der kleineren Arten, und bei der in demselben Museum aufgestellten dünnbeinigeren Riesen-Moa (D. giganteus Taf. XV) erhebt sich der Kopf mehr als zwölf Fuß über den Fußboden. Es ist aber wahrscheinlich, daß der Oberschenkel in der Restauration zu steil aufgerichtet ist und im Leben noch unter die Horizontallinie nach hinten geneigt war, wie es bei der Restauration des kiwiartigen Moa (Fig. 342) gezeichnet wurde, denn der Schwerpunkt des Thieres lag vorn in der Brust und das Thier hätte bei so steiler Aufrichtung des Oberschenkels Gefahr gelaufen, vornüber zu stürzen.

Zu den letzten und größten Verlusten, welche die gefiederte Welt aus der Gruppe der straußartigen Vögel zu beklagen hat, gehört ohne Zweifel der Riesenvogel von Madagaskar (Aepyornis maximus), der jedenfalls erst in jüngster Zeit ausgestorben ist. Er ist es, der zu den arabischen Sagen vom Vogel Ruk oder Rok Anlaß gegeben hat, und Marco Polo erzählt uns, wie der Großmogul der Tataren wegen dieses Vogels Botschafter nach Madagaskar gesandt hatte, welche eine siebzig Spannen lange Feder mitbrachten und dem Reisenden versicherten, der Vogel habe die Gestalt eines riesigen Adlers. Im siebenzehnten Jahrhundert kamen die Eingeborenen Madagaskars öfter nach Isle de France, um Rum zu kaufen und füllten denselben in große Gefäße, die aus kolossalen Vogel-Eiern gefertigt waren, von denen sie erzählten, daß sie dieselben öfter im Schilfe fänden, und daß man auch mitunter den Riesenvogel erblicke, von dem dieselben herrührten. Man legte diesen Erzählungen keinen besondern Glauben bei, aber seit dem Jahre 1851 sind verschiedene solcher Eier in mehr oder weniger gutem Zustande nach Europa gelangt, und die Pariser naturhistorischen Sammlungen bewahren allein fünf Stück. Diese Eier haben gegen neunzig Centimeter Umfang und fassen über zehn Liter Flüssigkeit, was dem Inhalt von fünf bis sechs Straußen-Eiern resp. 150 Hühner-Eiern gleichkommt. Aus den sehr unvollständigen Knochenresten, die man vom Aepyornis gefunden hat, schlossen mehrere Naturforscher, daß es sich um einen Raubvogel handele, der viermal so groß gewesen sei, wie der Kinder raubende Lämmergeier der Alpen, was die Erzählungen der Scheherazade vom Vogel Ruk bestätigen würde. Dies ist aber schon der großen Eier wegen nicht wahrscheinlich, denn nur die Straußvögel, deren Beckenknochen auch bei mehreren lebenden Arten weniger verwachsen als bei den jüngern Vögeln, besitzen einen so großen Becken-Eingang, um so kolossale Eier legen zu können.

Ein nach London gebrachtes Kiwi-Weibchen von 2,2 Kilogramm Schwere legte Eier von 450 Gramm Gewicht, die also den fünften Theil vom Gewicht

des ganzen Thieres besaßen! Auch von den Moa-Arten hat man mehr oder weniger gut erhaltene Bruchstücke von Eiern in den obersten Schichten von Höhlen und Torfsümpfen aufgefunden, die sehr beträchtliche Dimensionen besaßen. Mit einem menschlichen Skelette zusammen fand man das nahezu vollständige Ei einer Dinornis-Art, welches einen Durchmesser von neun Zoll, eine Länge von zwölf Zoll und einen Umfang von 27 Zoll besaß, und nach welchem die Nebeneinanderstellung mit dem Ei des afrikanischen Straußes, unseres Haushuhns und Kolibris (Fig. 343) gezeichnet ist.

Fig. 343.
Vergleich der Eiergröße vom **Dinornis** (1), Strauß (2), Huhn (3) und Kolibri (4).

Der Zustand der vordern Extremitäten ist bei mehreren Arten der Straußenfamilie, und namentlich auch bei den ausgestorbenen neuseeländischen Gliedern durch Nichtgebrauch dermaßen verkümmert, daß die Schulterknochen und Oberarmbeine, sowie Gabelbeine und andere zum Schultergürtel gehörige Theile bis auf sehr geringe Reste verschwunden sind. Wenn wir aber, wozu aller Anlaß vorhanden ist, die Strauße nur als die älteste Abzweigung vom Hauptstamme der Vögel betrachten, so müssen wir annehmen, daß die gemeinschaftlichen Ahnen mit vollständigen Vorderextremitäten versehen waren, die aber noch nicht mit sogenannten Deck- oder Contourfedern bekleidet, und dadurch zum Fliegen geeignet waren. Sie haben von ihnen nur die Dunenfedern erben können, denen auch der Leib der fliegenden Vögel seinen hauptsächlichsten Wärmeschutz verdankt. Wie uns Archaeopteryx lehrt, hatten sich bereits zur Jurazeit Deckfedern bei einzelnen Vögeln ausgebildet, die ihnen den Besuch des luftigen Elementes ermöglichten. Die Deckfeder ist eine Fortbildung der definitiven Dunenfeder, die darin besteht, daß die Fiederchen der Fieder auf der einen Seite feine Häkchen entwickeln, welche sie an den Nachbarfiedern befestigen, wodurch die Deckfedern gegenüber der losen, gekräuselten Gestalt der Dunenfedern einen festeren Zusammenhalt erlangen, der sie dazu geeignet macht, den Widerstand der Luft zu überwinden. Daher kommt allen Vögeln, die fliegen können, oder deren Vorfahren dieses Vermögen besessen haben, mögen sie auch nachmals wie die Dronte, der Solitaire u. A. ihr

Flugvermögen verloren haben, oder wie die Pinguine ihre Flügel zu Rudern umgebildet haben, sowohl die Bedeckung mit Contourfedern, als ein, wenn auch noch so rückgebildeter, Kiel oder Kamm (carina) auf dem Brustbeine zu, und alle diese Vögel rechnet man zu den Carinaten. Natürlich wird sich dieser Kamm um so kräftiger und höher erheben, ein je besserer Flieger der betreffende Vogel ist, denn er dient den Brustmuskeln, welche die Bewegung der Schwingen hervorbringen, als breite und feste Ansatzfläche, während ein den Fliegern in seiner eigenthümlichen Gestalt ebenfalls vorzugsweise zukommender Knochen, das wie ein V gestaltete Gabelbein, die Brusthöhle vor dem Zusammengepreßtwerden bei den energischen Flugbewegungen schützt. Daß dies nur Anpassungs-Eigenthümlichkeiten sind, die mit der innern Organisation nicht in einer tieferen Wechselwirkung stehen, ergiebt sich daraus, daß einerseits die fliegenden Reptile ähnliche Gerüstveränderungen aufweisen, während andererseits Vögel, die nicht fliegen, eine Verdünnung des Brustbeins bis zur Durchlöcherung desselben und eine Zurückbildung seines Kammes zeigen. Nur die Strauße scheinen von Anfang an, weder eine Spur von Deckfedern, noch vom Brustbeinkiel besessen zu haben, weil sie sich eben allem Anscheine nach früher von dem Grundstamm abgezweigt haben, bevor noch das Flugvermögen sich ausgebildet hatte.

Einen Wink über die Art, wie die ältesten Vögel ihr Flugvermögen erlangt haben mögen, scheinen mir die drei Flügelkrallen der Archäopteryx-Flügel zu geben. Man muß sich in diesen Thieren, wie es scheint, unermüdliche Kletterer vorstellen, welche auf allen Vieren kletternd, die Bäume besuchten, von Ast zu Ast hüpften, und sich mit ausgebreiteten Vorder-Extremitäten fallen ließen. Unter allen Baumkletterern findet man Flugthiere, fliegende Eichhörnchen, Eidechsen, und sogar fliegende Frösche, jedenfalls wird es auch fliegende Baumdinosaurier gegeben haben. Aber erst Baumvögel, bei denen sich Deckfedern entwickelten, konnten vollkommnere Flieger werden. Die Archaeopteryx scheint eine noch in den meisten Beziehungen schlechte Fliegerin gewesen zu sein, darauf deutet schon der Umstand hin, daß sie der Greifhand noch nicht völlig entbehren konnte, wie auch die Anheftung der Federn an die Armknochen die „Anfängerin" verräth.

Die Carinaten konnten sich selbstverständlich viel schneller, selbst nach fernen Inseln verbreiten, und daher vollständiger in die Welt theilen, als die Ratiten. Aber auch unter ihnen ist man noch heute im Stande, einige ältere Formen von den jüngern zu sondern. Zu den ältesten und auf einer frühen Entwicklungsstufe stehen gebliebenen Abzweigungen scheinen die Pinguine und mehrere ihnen verwandte Schwimmvögel zu gehören, denn sie zeigen noch heute manche an Reptile und Strauße erinnernde Eigenthümlichkeiten. So sind ihre Knochen noch wie bei dem Strauße dicht, die Hand- und Fußknochen sind, wie bei den ältesten Vögeln, noch mit einander unverwachsen, ein, wie wir wissen, bei den höhern Carinaten embryonaler Zustand. Auch

steht das Thier noch nicht so völlig auf seinen vier Zehen, welche sämmtlich nach vorn gerichtet sind, wie andere Vögel, und eine Art hat die springende Fortbewegungsart beibehalten, durch welche manche ältere Formen die Fortbildung der Vorderfüße in Schwingen gefördert haben mögen. Eine andere Pinguin-Art trägt ihre Eier, wie die Wabenkröte, in Hautfalten mit sich herum, kurz, die Pinguine sind jedenfalls den ältesten Wasservögeln nahestehende Nachkommen, und die Alken mit etwas weiter ausgebildeten Flügeln, aber vielfach ebenfalls des Flugvermögens entbehrend, reihen sich ihnen ungezwungen an.

Im eocänen plastischen Thon von Meudon bei Paris fand man 1855 die Reste eines Vogels, der zwischen Straußen und Pinguinen in der Mitte zu stehen schien, und Gastornis (Palaeornis) parisiensis genannt wurde. V. Lemoine beschrieb dann 1881 aus dem untern Eocän von Rheims vollständigere Reste einer verwandten Art (Gastornis Edwarsii) mit unverwachsenen Mittelhandknochen, ebenso unvollkommen verwachsenen Schädelknochen, mit sichtbaren Näthen, wie sie junge Strauße besitzen, aber mit besser entwickelten Flügeln, die anscheinend zum Rudern gebraucht wurden. Lemoine sagt, es sei eine so sonderbare Zwischenform zwischen Lauf- und Schwimmvogel, daß man eine besondere Klasse daraus machen müßte. Auch unter den Moaresten von Neuseeland fand man die Knochen eines Riesen-Pinguin (Palaeeudytes antarcticus), dessen Flügel noch nicht so vollkommen der Benützung als Ruder angepaßt waren, wie bei den heute lebenden Pinguinen, die merkwürdigerweise ganz auf die südliche Hemisphäre begrenzt sind und niemals den Aequator überschreiten. Auch die ihnen nahe verwandten Alken und Larventaucher, bei denen die Flügel noch nicht so vollkommen im Ruder umgewandelt sind und noch größere Deckfedern tragen, während die Deckfedern der Pinguine zu dichtanliegenden, Fischschuppen ähnlichen Gebilden umgeformt sind, zeigen noch manche an Reptilien erinnernde Züge. Wie manche Eidechsen zur Brunstzeit hornartige Zierathen auf dem Kopfe bekommen, so bedeckt der nordische Larventaucher (Mormon arcticus) seinen brennend rothen Schnabel im Sommer mit einer Art von gestreifter „Kunstnase" die ihm ein papageiähnliches Aussehen giebt, und zum Graben von unterirdischen Gängen dient, in denen Männchen und Weibchen, wie beim Kiwi und Pinguin abwechselnd brüten, während bei den höhern Vögeln nur die Weibchen brüten. Im Winter wirft der Larventaucher seine Kunstnase stückweise ab, so daß ihn kein Mensch wieder erkennt, und aus der einen Form mehrere Arten gemacht wurden, bis L. Bureau (1879) diese Schnabelmetamorphose entdeckte, und erkannte, daß es viele seiner Verwandten ebenso machen. Alle diese Thiere bezeugen ihre niedere Stellung auch durch geringe geistige Begabung.

Wir haben noch andere Gründe, die Schwimm- und Laufvögel für eine niedere Gruppe, gegenüber den eigentlichen Beherrschern der Lüfte zu

halten. Alle diese Vögel, denen sich noch die Stelz- und Hühnervögel anschließen, verlassen nämlich das Ei sehend und sehr selbstständig, so daß sie sogleich fressen und sich selbst durch die Welt helfen können. Das entspricht aber ganz der mangelnden Fürsorge aller niedern Thiere für ihre Jungen. Noch die Reptilien legen ihre Eier mit wenigen Ausnahmen in den Sand und lassen sie von der Sonne ausbrüten; die jungen Schildkröten, eben dem Ei entkrochen, wandern sogleich wohlgemuth dem Wasser zu. In den Gegenden, wo es warm genug, lassen die Strauße wenigstens in den Mittagsstunden die Sonne brüten und helfen nur zur kühleren Tageszeit mit ihrer Körperwärme nach, und zwar wechseln sich die Weibchen, welche ihre Eier zusammenlegen, dabei mit dem Männchen ab. Unter den nahe verwandten Hühnervögeln giebt es sogar eine kleine, auf den australischen Inseln heimische Gruppe, die Großfußhühner oder Wallnister, welche es darin ganz wie die Reptilien machen und gar nicht brüten, ihre ungewöhnlich großen Eier jedoch entweder in Gängen eines schwarzen, sich in den Sonnenstrahlen stark erwärmenden Sandes, oder in große, mit vegetabilischen Resten gefüllte kolossale Nester legen, in denen sich wie in einem Mistbeet durch Gährung die zum Ausbrüten erforderliche Wärme erzeugt. Die Jungen stoßen dabei, wie Studer auf der Expedition der Gazelle beobachtete, schon im Ei das sogenannte Embryonalgefieder ab, und sind gleich beim Auskriechen mit dem definitiven Gefieder versehen, so daß sie fast vom Ei fortzufliegen im Stande sind. Aber da das Junge aller Gruppen um so hilfloser geboren wird, je höher das Thier in der Stufenfolge steht, so werden wir die Tauben-, Sing- und Raubvögel, bei denen das Junge blind, fast nackt und unfähig, sich selbst zu ernähren, aus dem Ei kommt und daher von den Eltern geatzt werden muß, bis es flügge ist, die darnach so genannten Nesthocker für höher stehende Vögel halten müssen, als die vorigen, welche man auch Nestflüchter genannt hat. Während man von den letzteren schon in den Schichten der obern Kreide einige Spuren gefunden hat, scheint sich die Abtheilung der Nesthocker, in welcher der Geschlechtstypus zu seiner größten Vollendung ausgebildet ist, erst in der Tertiärzeit aus jenen entwickelt zu haben, wenigstens kennt man keine älteren Reste von ihnen. Und während die Artenzahl der Nestflüchter in den letzten Jahrhunderten, man möchte sagen, beschleunigt abgenommen hat und abnimmt, bilden die Nesthocker heute die ungeheure Majorität der geflügelten Welt. Allerdings hat sich dieser Typus, seitdem er vollendet war, nur mit einer gewissen Einseitigkeit ausgebreitet; die Tausende der hierher gehörigen Vögel bieten nicht entfernt diejenige Mannigfaltigkeit des Gliederbaues, welche die Angehörigen der soviel kleineren Schaar der Nestflüchter von einander trennt. Ueberhaupt ist die körperliche Uebereinstimmung unter den lebenden Vögeln höchst auffallend, wenn man sie mit den weit auseinandergehenden Charakteren der verschiedenen Reptilien oder Säugethiere vergleicht. Es ist die Uebereinstimmung des Lebens in der Luft, welches überall

dasselbe ist, die sich darin ausprägt. Zu dieser Anpassung an das Luftleben gehört auch die Verdünnung und Aushöhlung aller Knochen und Anfüllung derselben mit Luft anstatt des Markes, die sogenannte Pneumaticität des Skelets, zu der sich schon bei den vogelähnlicheren Dinosauriern bemerkenswerthe Ansätze finden. In Folge einer allseitigen Durchdringung des Körpers mit Luft, die sich auch noch in besonderen, in den Weichtheilen belegenen Luftsäcken ansammelt, und überall zarte Blutgefäße umspült, findet auch außerhalb der Lungen eine energische Athmung statt und daher schreibt sich die höhere Blutwärme der Vögel und wohl auch ihr lebhaftes Naturell. So sind die unmittelbaren Nachkommen kaltblütiger Thiere zu den heißblütigsten geworden, die es überhaupt giebt.

Von den gedachten Luftsäcken findet man schon bei niedern Vögeln Anfänge. So besitzt der neuholländische Emu am untern Theil der Luftröhre einen Luftsack, den er beliebig füllen und leeren kann, wodurch dumpfe, paukenähnliche Töne hervorgebracht werden. Beim Pelikan hatte Milne-Edwards schon 1865 entdeckt, daß dieser Schwimmvogel ein vollständiges, mit der Lunge in Verbindung stehendes Luftsacksystem unter der Oberhaut besitzt, so daß er sich stark aufblasen kann, wobei alle Federn sich sträuben. In Folge dessen vermag ein zehn Pfund schwerer Pelikan noch zu schwimmen, wenn man ihn auch mit zwanzig Pfund belastet. Eine ähnliche Einrichtung fand Milne-Edwards im vorigen Jahre beim Marabou, Camichi und Nashornvogel von Sumatra, bei welchem alle Knochen ohne Ausnahme mit Luft imprägnirt sind. Das Thier schwimmt förmlich in einem Luftbade, welches die Haut seines Körpers aufbläst, und alle größeren Federn baden ihre Basis in Luft. Die Luftsäcke dringen in den Beinen bis zu den Phalangen, und vom Halse aus setzen sich drei Luftsäcke am Kopfe fort, bis in den enormen Helm, der sich über dem Schnabel erhebt. So drückt das dünne Element, in welchem das Thier lebt, seinen Stempel den geringsten Einzelnheiten auf, wie es seine Flügel ausbreitet, kann es auch den ganzen Körper aufblähen, es trinkt und athmet die Luft nicht blos mit der Lunge, sondern mit dem ganzen Körper.

Wir haben nun rückwärts blickend, aus der ehemals ungeheuer formen- und übergangreichen, jetzt aber namentlich in der Fauna der kältern Länder ganz zurücktretenden, höchst lückenreichen Ordnung der Reptilien, den zukunftreicheren Stamm der Vögel hervorgehen sehen, und die Berechtigung der Eintheilung Huxley's erkannt, welcher Reptile und Vögel unter dem Namen der Sauropsiden in eine einzige Hauptgruppe zusammenfaßt. Gewiß hat es für das unbefangene Gefühl etwas Widerstrebendes, unsere erklärten Lieblinge unter den Thieren, die herrlichen, leichtbeschwingten Bewohner der Lüfte, als unmittelbare Abkömmlinge der verabscheuten, als unheimlich gemiedenen Schleicher kennen zu lernen. Der Singvogel mit seinem seelenvollen Liede,

Geschwisterkind mit der Kreuzotter, das ist eine ebenso häßliche und ebenso wahre Verwandtschaft, wie die gefürchtete Affenvetterschaft des Menschen.

Aber auch hier ist der Fortschritt ein großer und in allen Einzelnheiten ausgeprägter. Marsh hat Abgüsse von den Schädelhöhlungen der ausgestorbenen amerikanischen Zahnvögel gemacht, und gefunden, daß sie den heutigen Vögeln gegenüber, ungemein kleine, in der Form wahrhaft reptilienhafte Gehirne besessen haben. Höhere seelische Vollkommenheiten finden wir im Allgemeinen nur unter den Nesthockern ausgebildet. Die Dummheit der Straußvögel, des Kiwi, der ausgestorbenen Dronte u. s. w. wurden oft geschildert, wenn es auch nicht wahr sein mag, daß der Strauß den Kopf in den Sand steckt, um seinen Verfolgern zu entgehen. Der Vogel läßt sich reiten, aber kaum lenken. Von Nestbau ist natürlich bei ihnen keine Rede; die oft bewunderte Baukunst der Vögel gehört erst der höhern Gruppe zu eigen. Auch ist das elterliche und eheliche Pflichtgefühl bei letzteren ungleich stärker entwickelt, die Raserei des Adlers und die Furchtlosigkeit des kleinen Singvogels, wenn sie ihr Nest vertheidigen, die Zärtlichkeit der Tauben, die gegenseitige Anhänglichkeit mancher Papageien, ihre gemeinsamen Unternehmungen und Wanderungen sind eben so oft bewundert als beschrieben worden. Nichts erregt jedoch in höherem Grade unsere Bewunderung als die Entwicklung der Stimme, eines Ausdrucksmittels ihrer Gefühle, wie es sonst nur dem höchsten Wirbelthiere in ähnlicher Vollendung zu Theil geworden ist. Man verfolgt gern die Ausbildung der Tonapparate in der Natur von den niedersten ewig stummen Thieren, zu den geigenden und brummenden Insekten, von den Fischen, die bisweilen Laute von sich geben, zu den Amphibien, deren höchste Vertreter mit vollkommnerem Gehörorgan und modulationsfähiger Stimme begabt sind, zu den Reptilien, die zum Theil zischen und pfeifen, zu den Schreivögeln, die ewig schreien und zanken, und endlich zu den Singvögeln, die in kunst- und seelenvollem Liede ihre Stimmung ausdrücken. Die Singvögel waren es ohne Zweifel, in denen die Natur zum ersten Male, lange bevor es Menschen gab, mit stark modulirter Stimme sprach. Dieses Vermögen aber ist das sympathische Band, welches den Menschen veranlaßt, die Vögel vor andern Thieren zu seinen Gesellschaftern zu wählen; er setzt unwillkürlich eine Seelengemeinschaft mit ihnen voraus. In der That sind diese seelischen Fähigkeiten wohl nicht unbedeutend, wie schon das Gedächtniß, die Gelehrigkeit und das Nachahmungstalent der Singvögel und Papageien zeigen. Indessen steht das Gehirn in seiner Ausbildung gegen dasjenige der Säugethiere bedeutend zurück, und diesem Hemmniß haben wir es zuzuschreiben, daß die Vogelwelt es nicht ebensowohl zu einem kulturfähigem Wesen gebracht hat, wie der Bruderstamm der Säugethiere. Denn das durch die Stimmausbildung geschaffene vollkommnere Mittheilungsvermögen, die Sprache, ist offenbar das Hauptbeförderungsmittel unserer Kultur gewesen, obwohl das Organ derselben kaum modulationsfähiger ist, als das der Vögel. Und mit Recht gebührt

diese Macht über die Tonwelt den Vögeln, sind sie doch die Bewohner des eigentlichen Tonelementes und erheben sich in ihm in stille Regionen, zu denen das Brausen des Meeres, das Rauschen des Waldes und das Geschrei der erdbewohnenden Thierwelt sammt dem Lärm des Menschentreibens kaum noch hindringt. Sie sind die Krone der Luftwesen, zu deren Flug und Melodie selbst der Mensch sehnsuchtsvoll hinaufschaut, Herren der Schöpfung in ihrem Elemente. Aber trotz dieser Erhebung über das Urelement des Wassers und das irdisch Schwere kehrt der Vogel in seiner Ei-Entwicklung, wie alle Thiere, zu den niedersten Anfängen zurück. Grade am Vogel-Ei hat man die Entwicklungsgeschichte am frühesten studirt, von einem Tag zum andern verfolgt, und gesehen, daß der Vogel auf einer gewissen Stufe dem kiemenbegabten Fische gleicht, und dann einem jungen vierfüßigen, langgeschwänzten Reptil, ehe er Flügel und Federn bekommt. So knüpft, wie in allen Thierklassen, auch hier, das Ende wieder an den Anfang an.

XV.

Die Verkettung von Mutter und Kind.

(Säugethiere.)

Mehrere Arten der Lebenden mußten schon ehmals,
Nicht zur Vermehrung geschickt, sich ganz von der Erde verlieren.
Denn die wir jetzt noch sehn, der belebenden Lüfte genießen,
Diese schützt' und erhielt seit erster Entstehung derselben,
List und Stärke zum Theil, zum Theil das Vermögen zu fliehen
Mehrere nahmen wir auch, die sich anempfohlen durch Nutzen,
Willig in unseren Schutz- und brachten sie fort auf die Zukunft.

Lucrez V., 842 ff.

Während die Geschichte des Reptilienstammes an die Erfahrung mit den frühreifen Kindern erinnert, die einen ungeheuren Anlauf nehmen und als halbe Wunder von Geschicklichkeit und Schlauheit gelten, aber nachher verkümmern und den gehegten Erwartungen nicht entsprechen, so läßt sich die Entwicklung des Säugethierstammes der oft Besorgniß erregend langsamen Entfaltung der Genies vergleichen. Denn der Stamm der Säugethiere ist beinahe eben so alt wie derjenige der Reptilien und ihrer geflügelten Nachkommen, allein in der Zeit, in welcher die Reptilien eine ungeheure Vielseitigkeit, Macht und Größe entfalteten, spielten sie eine fast verschwindende Rolle in der Natur; vorwiegend klein und schwach schienen sie damals die unterdrückten und gejagten Stiefkinder neben den Schooßkindern der Sekundärzeit, den Reptilien. Allein gut Ding will Weile haben, und vielleicht lag grade in dieser anfangs langsamen und zögernden Entwicklung die Gewähr der künftigen Oberherrschaft. Die Forschung unserer Zeit drängt immer mehr darauf hin, die Säugethiere als einen noch vor den Vögeln von dem gemeinsamen Grundstamm der luftathmenden Wirbelthiere, und zwar wahrscheinlich von alten molchartigen Reptilien abgezweigten Bruderstamm zu betrachten. Denn der Hauptstamm der Reptilien und die Vögel einerseits, die Säugethiere andererseits, zeigen eine solche Menge beständiger und ausnahmsloser Unterschiede in ihren untersten und in ihren obersten

Gliedern, daß man ihre Trennung bei aller durch entsprechende Entwicklungshöhe in mancher Beziehung wieder herbeigeführten Uebereinstimmung in einer Zeit suchen muß, in welcher der Körper und das Skelet noch plastischer waren, als später. Bei den ersteren (den Sauropsiden) ist der Schädel durch einen einzelnen Gelenkhöcker (Condylus) des Hinterhauptes, dem obersten Halswirbel eingelenkt, bei den Säugethieren durch einen doppelten, wonach man diese beiden Hauptgruppen des höhern Wirbelthierstammes auch als Ein- und Doppelgelenkige (Mono- und Dikondylien) unterscheidet. Man würde natürlich nach einem so vereinzelten und verhältnißmäßig unwichtigen Unterschiede nicht die gesammte höhere Thierwelt in zwei Abtheilungen trennen dürfen, wenn sich nicht andere, ebenso durchgreifende Unterschiede ersterem zugesellten. So besteht bei allen Monokondylien der Unterkiefer aus zahlreicheren miteinander verwachsenen Stücken und ist dem Schädel durch ein Zwischenstück (das sogenannte Quadratbein) angelenkt, bei den Dikondylien hingegen besteht der Unterkiefer nur aus zwei Hälften und ist dem Schädel unmittelbar angelenkt. Dies ist viel wichtiger, als man meinen könnte, denn von der gesammten Säugethierfauna der Sekundärzeit besitzen wir beinahe gar nichts als Unterkiefer und man würde noch heute, wie man es thatsächlich bei den ersten Funden gewesen ist, im Zweifel sein, ob das denn wirklich bereits Säugethierspuren seien, wenn eben nicht alle Reptilien zusammengesetzte Unterkiefer besäßen. Die Unterscheidung wurde aber außerdem noch durch die Beschaffenheit der Zähne unterstützt, welche bei den Reptilien eine einfache Wurzel haben, in Rinnen oder besondern Höhlungen stehen und zuweilen den Kieferknochen angewachsen auftreten, während sie bei den Säugethieren mehrwurzlich sind und stets in Höhlen der Kiefer stehen. Nach unseren gewöhnlichen Anschauungen von Blutsverwandtschaft wird es als ein besonders sprechender Beweis für die Stammverschiedenheit der beiden Gruppen gelten, daß ihr Blut sich unter dem Mikroskope verschieden erweist. Die Monokondylien (Vögel und Reptilien) haben nämlich eiförmige, mit einem Kerne versehene Blutkörperchen, die Dikondylien oder Säugethiere hingegen kernlose und mit vereinzelter Ausnahme runde Blutscheibchen. Was das äußere Aussehen betrifft, so ist bei jenen die Oberhaut mit Schuppen oder Federn besetzt, bei diesen mit Haaren, und wenn wirklich einmal bei einem Säugethier Schuppen auftreten, so thun sie es doch immer nur in Gesellschaft von Haaren.

Es giebt noch manche andere, mehr oder weniger wichtige Unterschiede, die uns also eine durchgreifende und in diesem Falle wörtlich zu nehmende Blutsverschiedenheit zwischen diesen beiden Abtheilungen zeigen, welche wir uns nur durch eine früh gesonderte Entwicklungsweise zu erklären im Stande sind. So hat Huxley in neuerer Zeit darauf hingewiesen, daß sich das Becken der Säugethiere wohl von dem Becken der molchartigen Amphibien, keineswegs aber von dem typischen Reptil- oder Vogelbecken herleiten lasse,

und ebenſo läßt ſich die Bildung aller Extremitäten der Säuger am beſten auf den amphibiſchen Typus zurückführen. Immerhin würden jene älteſten Ahnen der Säugethiere, die man als reine Lungenathmer nicht mehr Amphibien nennen könnte, den zeitgenöſſiſchen eingelenkigen Reptilien oder Sauropſiden in ihrer allgemeinen Organiſation ſo nahe geſtanden haben, daß man kaum berechtigt wäre, ſie ganz von denſelben zu trennen. Somit wird man wahrſcheinlich richtiger verfahren, dieſe Urahnen als Reptilien zu bezeichnen, aber eine frühe Divergenz dieſer Uramnioten in Sauropſiden und Promammalien anzunehmen. Denn embryonal ſind die meiſten der heute trennenden Charaktere auch im Bau des Säuger-Organismus enthalten, z. B. jenes oben erwähnte Quadratbein, welches bei den Sauropſiden erhalten bleibt, bei den Säugern dagegen in einen Ohrknochen, den Hammer, umgewandelt wird. Mit Bezugnahme auf das Verhalten dieſes die Kiefer der Sauropſiden verbindenden Knochens hat der nordamerikaniſche Paläontologe E. Cope wiederholt auf deſſen lehrreiches Verhalten bei einer permiſchen Reptil-Ordnung, den Theromorphen, hingewieſen, die ebenſo den Uebergang zu den niederſten Säugern zu bilden ſcheinen, wie ſeine Emboleren (S. 417) den zu den Sauropſiden. So z. B. ſind Schulter- und Beckengürtel bei ihnen ſo geſtaltet, daß ſie den nächſten Anſchluß an die entſprechenden Bildungen im Skelet der Schnabelthiere, d. h. der niederſten aller heute lebenden Säuger darbieten. Die Schnabelthiere ſind die einzigen Säuger, bei denen noch, wie bei den Sauropſiden ein unterhalb des Schlüſſelbeins befindlicher Fortſatz des Schulterblatts auf beiden Seiten das Bruſtbein erreicht. Aehnliche Uebereinſtimmungen mit dem Skelet der Schnabelthiere kehren bei jenen permiſchen Reptilien im Becken, Bau des Oberſchenkels, der Fußwurzel u. ſ. w. wieder, und ſelbſt der höchſt vereinzelt daſtehende Sporn, den die männlichen Schnabelthiere an ihren Hinterfüßen tragen, ſcheint jenen Reptilien nicht gemangelt zu haben. Ihnen ſtanden wahrſcheinlich jene triaſiſchen Reptile des Caplandes nahe, bei denen Owen ſo ſtarke Annäherungen an den Bau der Schnabelthiere entdeckt hat, daß er eine größere Art, mit Grabfüßen, die denen des Landſchnabelthiers ähnlich waren, nach dem alten Namen des Waſſerſchnabelthiers (Platypus) Platypodosaurus robustus genannt hat. Auch im Skeletbau der Anomodonten und Theriodonten (S. 433), die als ſehr ſpecialiſirte Seitenzweige der älteſten Reptile anzuſehen ſind, fand Owen zahlreiche Anklänge an den Gliederbau der niederſten Säuger.

Allerdings iſt die verbindende Zwiſchenſtufe der Urſäuger (Promammalien) heute faſt völlig ausgeſtorben. Bei den Säugethieren nimmt der edelſte Theil des thieriſchen Leibes, das Gehirn und Nervenſyſtem früh einen Anſatz zur höheren Entwicklung, die ihnen allein beſchieden ſein ſollte. Nachdem ſich die verſchiedenen Organſyſteme, die Verdauungs- und Circulations-Werkzeuge, das Muskel- und Knochenſyſtem zu ihrer Vollendung ausgebildet haben,

nachdem endlich auch das Fortpflanzungssystem, wie wir sogleich sehen werden, die letzten wesentlichen Umwälzungen durchgemacht hatte, blieb das Nervensystem, im Allgemeinen gesprochen, das einzige Organsystem, was noch eine große Zukunft vor sich hatte, was sich unablässig weiter entwickeln konnte, man möchte sagen über das Thier hinauswuchs und damit eine besondere Abtheilung, die Vernunftthiere, vorbereitete. Man kann nicht umhin, auf Grund der bestehenden Verhältnisse zu sagen, daß in der Abtheilung der Monokondylien die Grundlage zu einer derartigen Entwicklung fehlte; das Gehirn auch der am höchsten stehenden Vögel ist wenig ausgebildet, im Vergleich sogar zu demjenigen niederer Säugethiere.

Wie schon der Name Säugethiere sagt, ist andererseits das Verhältniß der Mutter zu ihren Jungen ein ganz besonderes in den Vordergrund tretendes Element in der Naturgeschichte der Dikondylien, und indem wir die Ausbildung dieses Verhältnisses zum Mittelpunkt unserer Betrachtung machen, werden wir die Geschichte der Säuger in ihren hauptsächlichsten Stufen und Perioden kennen lernen. Bei den niederen Thieren wird das Junge sehr unausgebildet geboren, und oft ohne die geringste Fürsorge in die Welt hinausgestoßen, so daß kaum auf das Heranwachsen einiger Prozente zu rechnen ist. Jedermann weiß wenigstens aus der Geschichte der Schmetterlinge und der Frösche, daß die Jungen der niederen Wirbelthiere wie die der wirbellosen die Nahrung, welche sie zur Ausbildung ihrer vollkommnen Gestalt brauchen, meist selbst suchen müssen, während sie bei den Mono- und Dikondylien, erst ans Licht treten, nachdem sie alle Verwandlungen, welche ihre Epigonenschaft ihnen auferlegt, durchgemacht haben. Die untersten unter den Monokondylien, die Reptilien, scheinen ein Uebriges gethan zu haben, indem sie dem Jungen in seiner Eihülle so viel Nahrung mit auf den Weg geben, daß es wenigstens in aller Ruhe seine Ausbildung zum vollkommnen Thiere abwarten kann. Allein, wenn das Ei gelegt ist, so kümmern sie sich nicht weiter darum. Die Urvögel werden es nicht viel anders gemacht haben, wie man schon daraus schließen kann, daß einige der niedrigeren Vögel noch jetzt der Sonne das Ausbrüten überlassen, aber bald wurde das Brüten zur allgemeinen Regel. Bei den niedern Vögeln ist hiermit der Haupttheil der mütterlichen Fürsorge erledigt, während bei den höheren eine Aufatzung stattfindet, zu welcher in einzelnen Fällen, wie z. B. bei den Tauben, eine milchartige, im Kropfe zubereitete Flüssigkeit dient.

Die Fortsetzung dieser immer innigeren Verkettung von Mutter und Kind beobachten wir nun als eine der charakteristischen Erscheinungen in der Aufeinanderfolge der verschiedenen Säugerordnungen. Das Lebendiggebären ist dabei viel weniger charakteristisch als die Ernährungsweise des noch unausgebildeten Thieres. Denn es ist im Grunde gleichgiltig, ob die erste Entwicklung des jungen Wesens unmittelbar aus den Säften der Mutter stattfindet, oder ob es dasselbe reichlich mit Nahrungsstoff versorgt und in

einer Kalkhülle eingeschlossen, während dieser ersten Entwicklungsperiode, sich selbst überläßt. Wir fanden lebendig gebärende Thiere schon unter den niedersten Fischen (Haien), ebenso bei den Amphibien und Reptilien, die doch für gewöhnlich Eier legen. Unter den Vögeln konnte eine derartige Entwicklungsweise, wenn sie auch ihrer höhern Stufe vielleicht mehr entsprochen hätte, schon darum sich nicht ausbilden, weil dem Luftwesen eine jede dauernde Beschwerung des Körpers zum Hinderniß geworden wäre. So blieb es den Säugern vorbehalten, diesen ohne Zweifel mit ihrer weiterschreitenden Entwicklung in einem innigen Zusammenhang stehenden Naturweg allein auszubilden.

Die Säuger sind, wie bereits erwähnt, ziemlich alte Bewohner unserer Erde, obwohl ihre früheſten Spuren, soweit die bis jetzt gemachten Funde ergeben haben, nicht über die jüngsten Schichten der Trias, welche der Juraperiode unmittelbar voraufgingen, zurückreichen. Sie traten also nach geologischer Ausdrucksweise nur sehr wenig später als die Reptilien und die ersten vogelähnlichen Thiere auf die Weltbühne. Einige winzige Backenzähne sind Alles, was man bisher von diesen Erstlingen, die schon vor der Jurazeit existirten, aufgefunden hat, so daß wir uns ihnen gegenüber in einer ähnlichen Lage befinden, wie hinsichtlich der ältesten Fische, und wenn man auch auf die Verschiedenheiten dieser Zahnreste bereits mehrere Gattungen triasischer Säugethiere begründet hat, so ist doch Alles, was man aus ihrer Wurzel- und Kronenbildung (an einigen saß auch ein Stück Kinnlade) schließen kann, daß sie eben echte Säugethierzähne sind, und daß ihre ehemaligen Inhaber wahrscheinlich Insektenfresser waren. Man giebt sie gewöhnlich für die Zähne kleiner Beutelthiere aus, weil einige heutlebende kleine Beutelthiere ähnliche Zähne besitzen, allein es ist durchaus nicht ausgemacht, daß damals bereits wirklich Beutelthiere vorhanden waren, und die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß jene Thiere vielmehr den Vorgängern derselben angehört haben, die den gemeinsamen Stammeltern der Reptilien, Vögel und Säugethiere noch viel näher standen als die Beutelthiere. Von dieser vermuthlich nicht artenarmen Sippschaft hat ein günstiges Geschick auf einem Theile der Erde, welcher am wenigsten Geschlechter vertilgenden späteren Umwälzungen unterworfen gewesen ist, einige spärliche Ueberbleibsel bis zu den Zeiten der Naturforschung bewahrt und gerettet. Es sind die sogenannten Schnabelthiere von Australien, Vandiemensland und Neuguinea, von denen das Wasserschnabelthier (Fig. 344) die Lebensweise einer Fischotter hat, in Uferhöhlen lebt und sich von Krebs- und Muschelthieren nährt, während die Landschnabelthiere (Echidna und Acanthoglossus) in ihrem Aussehen spitzschnäbligen Stachel-Igeln gleichen, sich wie diese in der Gefahr zusammenkugeln und von Ameisen leben, die sie mit Hülfe einer verlängerten Zunge gleichsam auf einer Leimruthe fangen. Man kennt von den letzteren mehrere Arten, die sich hauptsächlich von einander durch die Form des Schnabels,

der bei dem Ameisen-Igel von Neuguinea länger und gekrümmt ist, sowie dadurch unterscheiden, daß bei der einen Art die Stacheln über die Haare, zwischen denen sie stehen, hinausragen, bei der andern umgekehrt die Haare über die Stacheln. Beide Hautauswüchse sind, nebenbei bemerkt, von einerlei Natur und die Stacheln lassen sich als verklebte Haarbüschel betrachten. Diese wenigen Thierformen sind die letzten Ueberreste der ehemals, d. h. im Anfange der Sekundärzeit, gewiß nicht formenarmen Gemeinschaft der zuerst säugenden Thiere mit Haarpelz und andern Eigenheiten ihres Stammes. In allen übrigen Theilen der Welt ist diese Abtheilung der anfänglichen Säuger, wie man sie wohl nennen könnte, so vollkommen aus dem Leben und aus der Erinnerung getilgt, daß man nicht einmal sichere fossile Reste von ihnen kennt. Das Geschick, welches über die meisten Uebergangswesen nach einem Natur-

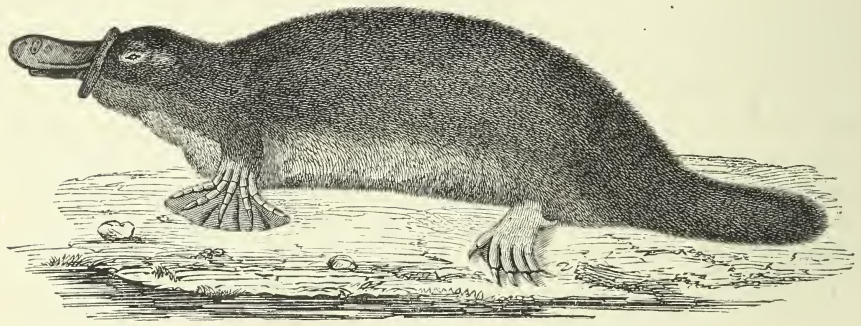


Fig. 341.
Das Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus).

gesetze, dessen Begründung wir Darwin verdanken, verhängt ist, hat sie früh dahingerafft und in allen übrigen Erdtheilen aus den Reihen der Lebenden getilgt. Auch in ihrer letzten Heimath scheinen ihre Tage gezählt zu sein und vielleicht ist die Zeit nicht so gar fern, wo nur noch naturgeschichtliche Werke von dem einstmaligen Vorhandensein dieser seltsamen, Amphibien, Reptile, Vögel und Säuger verknüpfenden Wesen erzählen werden. Wir können uns nur schwer vorstellen, wie die Forschung jemals die von ihnen gelassene Lücke ausgefüllt haben würde, wenn es ihr nicht vergönnt gewesen wäre, diese Thiere lebend zu untersuchen. Denn die lehrreichsten und merkwürdigsten Bildungen ihres Körpers gehören den vergänglichen Weichtheilen an, von denen wir bei fossilen Ueberresten nur selten erkennbare Spuren finden. Wir müssen daher diese merkwürdigen, greisenhaften Bürger einer längst dahingegangenen Zeit wie den Amphioxus mit einer gewissen schuldigen Ehrfurcht betrachten, denn auch sie gehören zu dem immer kleiner werdenden Kreise der Großonkel des Menschen.

Mit der Entwicklung eines Haarkleides bei diesen Thieren, war ebenso wie durch das Federkleid der Vögel, die Möglichkeit einer steigenden Körper-

temperatur gegeben. Die niedern Wirbelthiere (Fische, Amphibien) und auch die Reptile haben sogenanntes kaltes (richtiger wechselwarmes) Blut d. h. ihre Blutwärme steigt nur wenig über diejenige des Mediums (Luft oder Wasser) in welchem sie sich zur Zeit bewegen, und sie können daher auch ziemlich stark abgekühlt werden, ohne zu sterben; — selbst im Wasser eingefrorne Fische oder Frösche leben bei vorsichtigem Aufthauen häufig wieder auf. Die Vögel und Säugethiere besitzen, ihrem lebhafteren Stoffwechsel entsprechend, eine höhere Eigenwärme (sog. warmes Blut), die bei den Säugethieren auf 36—38° C., bei den Vögeln sogar auf 42° C. steigt. Diese bedeutende Eigenwärme hält sich für gewöhnlich auch in kälterer Umgebung auf dieser Höhe, und die betreffenden Thiere ertragen ein beträchtliches Sinken derselben nur unter gewissen Umständen, (z. B. im Winterschlafe), während Vögel schon sterben, wenn ihr Blut unter 25° abgekühlt wird. In Anbetracht dieser Verhältnisse ist es nun höchst lehrreich, daß Miklucho Maclay bei mehreren 1879 vorgenommenen Messungen das Blut des Landschnabelthiers nur 25° warm, d. h. mehr als zehn Grad unter der Mitteltemperatur des Blutes der höhern Säuger stehend, fand. Daraus geht hervor, daß diese Thiere auch hinsichtlich ihrer Blutwärme einen Uebergang zwischen Reptilen und höheren Säugethieren bilden, und daß somit der lebhaftere Stoffwechsel und die stärkere Blutwärme der letzteren, gleich ihren sonstigen Körpervorzügen, allmälig erworbene Charaktere sind.

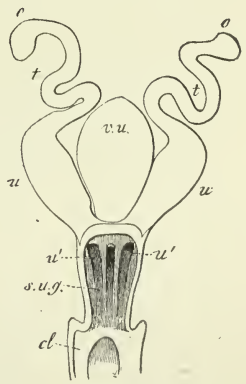


Fig. 345.
Genitalapparat eines weiblichen Schnabelthiers. o Ovarien. t Eileiter. u sogenannter Uterus. v u Harnblase. u' und s u g Mündungen der Ausgänge in die für alle Ausscheidungen gemeinsame Kloake (c l).

Noch deutlicher wird aber diese Uebergangsstellung durch die im Sommer 1884 von Haacke und Caldwell gemachte Entdeckung bestätigt, daß die Schnabelthiere wirklich, wie dies Lamarck bereits 1809 aus ihrer Organisation geschlossen hatte, wie man aber bis vor Kurzem nicht beweisen konnte, dotterreiche Eier, gleich den Reptilien und Vögeln legen, aus denen sich die Jungen entwickeln. Die nähere Uebereinstimmung dieser Thiere mit Amphibien, Reptilien und Vögeln tritt daher auch im Bau der Geschlechts- und Ausscheidungsorgane zu Tage und ist für das Verständniß des gesammten Entwicklungsganges der Säuger so wichtig, daß wir es hier nicht mit Stillschweigen übergehen dürfen. Die beiderseitigen Eiwege haben sich nämlich bei ihnen zu zwei Taschen (Fig. 345 u) erweitert, die bei höheren Säugethieren zu einem einfachen, die Jungen bergenden Hohlraum (Gebärmutter) verschmelzen. Diese Einrichtung bildet daher den natürlichen Uebergang von den entsprechenden Bildungen der eierlegenden Wirbelthiere zu derjenigen der lebendiggebärenden Säuger und nach ihr haben

die Schnabelthiere wegen der deutlichen Vogelähnlichkeit dieser Bildung den Ordnungsnamen der Ornithodelphien, und die Beutelthiere, bei denen die Doppelbildung trotz der beginnenden Verschmelzung, noch sehr deutlich ist, den Namen deer Didelphien erhalten, während die höhern Säuger ihnen als Monodelphien, d. h. als Thiere mit einfacher Gebärmutter gegenüberstehen. Wie unmittelbar grade diese, darum nicht zu übergehenden Verhältnisse, mit der gesammten Fortentwicklung der Dicondylien in Wechselwirkung stehen, das bezeugt schon der Umstand, daß die Eintheilung der Säuger in diese auf die Geburts-Organe bezüglichen drei Hauptklassen, welche der berühmte Zoologe Blainville im Jahre 1816 begründete, bis heute durch keine bessere und naturgemäßere hat ersetzt werden können. Blainville stellte diese drei Hauptklassen, von rein anatomischen Grundsätzen ausgehend, auf, ohne damals zu ahnen, daß dieselben auch ebensovielen Haupt-Epochen in der Geschichte des Säugerstammes entsprechen.

Mit den eben geschilderten Verhältnissen steht nun eine fernere charakteristische Eigenthümlichkeit, welche die Schnabelthiere mit den Reptilien und Vögeln gemein haben, und welche ebenfalls den gemeinschaftlichen Ausgangspunkt der zwei oder drei Gruppen von einem oder einigen Uramnioten illustrirt, in unmittelbarster Verbindung, nämlich der gemeinsame Ausführungskanal (die Kloake) für die festen und flüssigen Ausscheidungen des Körpers, wie er bei den höheren Säugern zum genügenden Beweise ihrer Abstammung nur noch in einer frühen Jugendperiode gefunden wird. Man bezeichnet die Schnabelthiere nach dieser Eigenthümlichkeit auch als Kloakenthiere, während man sie andererseits wegen der Verbindung der Schulterblätter mit dem Brustbein, wie sie bei den Vögeln und theilweise auch bei den Reptilien vorkommt, Gabelthiere genannt hat (nach dem bekannten Gabelbein der Vögel). An letztere erinnert ferner die Verschmelzung der Schädelknochen zu einer einzigen Kapsel und die Bildung des Herzens, und was zunächst in die Augen fällt, obwohl am wenigsten Gewicht darauf zu legen wäre, die Umbildung der Schnauze zu einem zahnlosen, bei dem Wasserschnabelthier einem Entenschnabel nicht unähnlichen Gebiß. Man hat deshalb auch wohl früher, ehe die nähern Beziehungen der Vögel zu den Reptilien recht erkannt waren, das Schnabelthier für den Ahnen des Vogelstammes ausgeben wollen. Wenn aber die nähern Ahnen der Schnabelthiere auch nicht in eigner Person Stammälteste der Vögel sein konnten, so dürfen sie doch als nicht allzuweit entfernte Vettern derselben betrachtet werden, und weiter besagen die vorhandenen Uebereinstimmungen nichts.

Während die ältesten Vögel zuweilen noch den ganzen Schnabel voller Zähne hatten, so ist das Schnabelthier unter den ältesten Säugethieren nur ein Vertreter jener besondern Richtung der Zahnlosen und Zahnarmen, von denen wir auch unter den höhern Säugethieren manche Beispiele antreffen. Man darf daher nicht etwa schließen, die ältesten Säugethiere seien im Allge-

meinen zahnlos gewesen, es deuten vielmehr die Zahnverhältnisse vieler älteren Nachkommen darauf hin, daß sie den ältern Reptilien und Vögeln entsprechend, ein reichgefülltes Gebiß gehabt haben müssen. Denn so lehrreich auch die Körperbildung der letzterhaltenen Vertreter der niedersten Säuger für uns ist, und so sehr sie im Allgemeinen den Vorstellungen entspricht, die wir uns von den Mittelformen zwischen Uramniot und Säuger machen mußten, jedenfalls müssen wir die Schnabelthiere als Reste eines etwas einseitig entwickelten Seitenzweiges der Ursäugethiere betrachten. Indessen wollen wir gegenüber der hier und da aufgetretenen Ansicht, als könnten die Schnabelthiere als degenerirte Beutelthiere gelten, hervorheben, daß diese Auffassung in keiner Beziehung zu rechtfertigen ist. Die Schnabelthiere sind in Hinsicht ihres Gebisses specialisirte Typen, die sich einer Ernährung mit weicher Nahrung anpassten, für die sie keine Zähne brauchten, und deshalb verloren. Zu einer Degeneration des gesammten Körperbau's war aber gar keine Ursache vorhanden, denn eine solche finden wir nur bei Thieren, die ihre selbstständige Ernährung aufgeben und als Schmarotzer leben, oder festwachsen; daher kann uns der gesammte sonstige Körperbau der Schnabelthiere als Allgemeintypus der Ursäuger, die Huxley Prototheria nennt, gelten.

Und als wahre Vertreter dieser Stammsäuger treten uns die Kloakenthiere sogleich in einer Besondernheit entgegen, die außerordentlich lehrreich ist. Das Wasserschnabelthier wie auch die igelartigen Ameisenjäger des trockenen Landes besitzen nämlich keine Brustwarzen, sondern die Nahrung für die aus den Eiern geschlüpften Jungen springt aus zwei siebartig durchlöcherten, spärlich behaarten Stellen am Bauche der Weibchen hervor. Säugethiere ohne Brüste und Brustwarzen erschienen den ersten Beobachtern in der That so auffallend, daß man sie, obwohl auch sonst an Unterscheidungsmerkmalen kein Mangel, auch noch als brustlose Säuger unterschieden und sich nicht abgeneigt gezeigt hat, sie ganz aus der Gemeinschaft der Säugethiere zu streichen. Vom Standpunkte der neuern Forschung wäre dagegen nicht viel einzuwenden, denn die Schnabelthiere vergegenwärtigen offenbar Mittel-

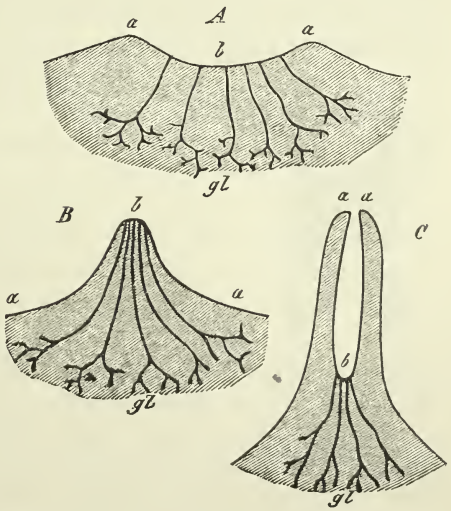


Fig. 316.
Die drei Hauptformen des Milchdrüsen-Ausgangs (schematisch nach Gegenbaur). gl Milchdrüsen. b Drüsenfeld. a Hautwall.

formen, Anfangszustände, an deren Bildung Betrachtungen über die Entstehung der Brüste und des Säugens geknüpft werden können, nicht aber vollendete Säuger, welchen Namen eigentlich erst die Beutelthiere in Anspruch nehmen können. Während die Hautstellen, in denen die zahlreichen Milchdrüsen sich öffnen, beim Wasserschnabelthier ganz eben sind, liegen die Siebstellen bei den Landschnabelthieren etwas vertieft (Fig. 346 A) und es erheben sich um dieselben zur Säugezeit kreisförmige Hautwälle, sogenannte Mammartaschen, in denen die unreif aus den Eiern gekommenen Jungen Schutz finden und sich durch Saugen vielleicht eine vorübergehende Zitze bilden, die dann auf die Nachkommen vererbt worden ist. Thatsächlich geht nun auch in der Entwicklung der höhern Säugethiere der Bildung der Brustwarze die Bildung einer solchen Mammartasche voraus und erst aus dieser Grundform gehen die für die höhern Säuger typischen Zitzenformen (Fig. 346 B und C) hervor.

So erweisen sich also die Schnabelthiere in jeder Beziehung als die Vertreter der theoretisch verlangten Uebergangsgruppe zwischen den niedern und den höhern Wirbelthieren. Auch die Brüste müssen einen Ursprung in der Thierreihe gehabt haben, und wir sehen sie in der denkbar einfachsten Form bei den Monotremen auftreten. Und zwar hat hier nur das Weibchen Brüste, so daß wir die bei den Männchen der höhern Säugethiere auftretenden und nicht selten sogar Milch absondernden Brüste als von den Weibchen ererbt ansehen müssen. Auch eine Bauchvene, die den höhern Thieren fehlt, haben die Schnabelthiere, wie Beddard kürzlich gezeigt hat, noch mit den Amphibien und Reptilien gemein. Andrerseits scheinen einzelne Vorfahren der Schnabelthiere auch bereits in einem etwas ausgedehnteren Zustande als der Ameisen-Igel (Echidna) jene Einrichtung besessen zu haben, denen die Beutelthiere, die Ueberbleibsel der mittleren Säugethiere (Metatheria Huxley's), ihren Namen verdanken, nämlich die Ausbildung der die Milchdrüsen umgebenden Hautfalte zu einem oft ziemlich geräumigen Bauchbeutel, in welchem das bei den Beutelthieren lebendig, aber in einem sehr unreifen Zustande zur Welt kommende Junge so lange umhergetragen wird, bis es selbstständiger geworden ist. Schon die Schnabelthiere besitzen nämlich jene beiden vom Becken emporsteigenden Hautknochen (Fig. 347), denen man trotz mancher Einreden keine andre Bedeutung zuzuschreiben weiß, als daß sie die Aufgabe haben, eine feste Schutzwand für den Beutel und seinen oft ziemlich schweren Inhalt gegen den Bauch zu bilden. Huxley hat in neuerer Zeit darauf hingewiesen, daß sich Grundlagen dieser Bildung schon am Becken der Amphibien auf-

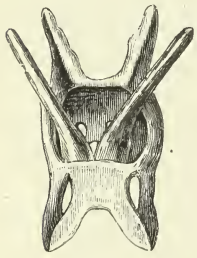


Fig. 347.
Becken eines Beutelthieres mit den Beutelknochen.

finden lassen, während sich andrerseits rudimentäre Ueberreste der Beutelknochen noch bei höhern Säugern finden.

Die Umbildung von Oberhautfalten zu äußern Bruttaschen, um die Jungen bis zu ihrer vollkommenen Ausbildung aufzunehmen, ist bei Thieren, welche genügender innerer Räumlichkeiten, die diesem Zwecke dienen könnten, entbehren, eine nicht eben seltene Erscheinung. Wir kennen solche Einrichtungen bei Sternthieren, Fischen, Amphibien und sogar bei Vögeln. Bei den bekannten Seepferdchen und den ihnen nahe verwandten Meernadeln besitzen die Männchen derartige Taschen, in denen sie ihre Jungen so lange herumtragen, bis dieselben den Dottersack aufgezehrt haben, wie weiland Jupiter dem jungen Bacchus ein Asyl gewährt haben soll. Der patagonische Pinguin, ein freilich sehr niedrig stehender Vogel, trägt seine Eier in neben den obern Schenkeln gelegenen Bauchfalten mit sich herum. In allen genannten und ähnlichen Fällen bestehen diese Einrichtungen aber nur zeitweise und so vereinzelt, daß man sie Naturlaunen nennen könnte, bei den Beutelthieren hingegen wird die Einrichtung, sei es nun eine wirkliche Tasche (Marsupium) oder eine bloße Hautfalte, allgemeiner angetroffen, so daß man sich dem Schlusse nicht entziehen kann, sie sei, wie wir jetzt rückschauend sagen, eine interimistische Vorkehrung gewesen, bis eine anderweite Unterkunft der Jungen gewonnen war. Die Entwicklung war in den Beutelthieren so weit vorgeschritten, daß der Keim sich schon im Mutterleibe zum freien lebendigen Thiere ausbildet. Er entgeht dadurch allen Fährnissen, die den Eiern der niedern Wirbelthiere drohen. Aber der Fötus ist bei den Beutelthieren nicht anders untergebracht, als die Jungen mancher Amphibien und Reptilien, die im Mutterleibe auskommen. Sie zehren von den Vorräthen ihres Eidotters, und auch bei den Beutelthieren findet keine Verwachsung des jungen Thieres mit der Mutter statt; sie werden nur durch Diffusion ernährt. Und ihre Ausstoßung muß sehr früh geschehen, weil eben diesen unvollkommnen Säugethieren die Einrichtungen zu einer vollkommnen Durchführung des eingeschlagenen Weges noch fehlen. Die Jungen sind Frühgeburten in heutigem Sinne und mit allen Unvollkommenheiten derselben, obwohl sie ursprünglich eher den Namen von Spätgeburten verdient hätten. Die Sage berichtet von den jungen Bären, sie würden in einem so unvollkommnen Zustande geboren, daß sie erst durch Lecken der Mutter Form und Gestalt erhielten. Bei den Beutelthieren hätte eine solche Redensart eher Hand und Fuß, denn sie erblicken als durchaus hilf- und bewegungslose Wesen, ohne fertig gebildete Gliedmaßen, das Licht der Welt, d. h. sie erblicken es wohl erst lange nach ihrer Geburt, wenn sie zum ersten Male nach Wochen über den Rand des Beutels schauen, in welchem sie alsbald von der Mutter untergebracht werden und je eine der in diesem Beutel sich öffnenden Bauchzitzen in den Mund bekommen. Diese Zitzen haben die Eigenthümlichkeit, sich im Munde der Jungen zu erweitern, so daß letztere

daran festhängen und hier viele Wochen auf das Beste versorgt ihre Entwicklung durchmachen. Bei den Jungen des Riesenkänguruh's, welches die Größe eines Menschen erreicht, sind die nach etwa vierzigtägiger Tragzeit geborenen Jungen nur zolllang und bringen nach Owen mehr als vierzig Wochen im Beutel zu, bis sie ihre volle Ausbildung erlangt haben. Die neugeborenen Jungen einzelner kleiner Arten sind nicht viel größer als eine Kaffeebohne.

Man hat an die Virtuosität, mit welcher die neugebornen Jungen der höhern Säuger die Kunst üben, nach welcher sie ihren Namen erhalten haben, tiefsinnige philosophische Betrachtungen geknüpft, über die Art und Weise, in welcher sich eine solche angeborene Fähigkeit herausgebildet haben könnte. Ohne Zweifel liegt die Zeit, in welcher der erste Kursus in dieser Kunst abgehalten wurde, nicht weiter zurück, als bis höchstens zur Trias. Die jungen Kloakenthiere lecken nur die hervortretende Milch ab und auch die Beutelthiere saugen nicht von Anfang an, vielmehr sind die Milchwarzen bei den Letzteren mit Muskeln versehen, welche den ganz jungen Thieren (ohne daß sie eigene Anstrengungen zu machen brauchen) die Nahrung zuführen, deren Zufluß sie in herangewachsenerem Zustande allerdings leicht und gleichsam spielend zu beschleunigen lernen. Wir brauchen nicht in weitere Einzelheiten einzugehen, denn schon das Gesagte wird genügen, anzudeuten, wie man sich die Erwerbung und allmälige Ausbildung dieser Fähigkeiten vorstellen kann.

Da nun die Beutelthiere in jeder Beziehung nächst den Schnabelthieren als die niedrigst entwickelten unter den heute lebenden Säugern betrachtet werden müssen, so gehört der Erfahrungssatz, daß in der Jurazeit die gesammte Säugerfauna der Welt nur aus Beutelthieren bestand, vielleicht in der Sekundärzeit überhaupt, also auch in der langen Epoche, welcher die Kreidebildungen angehören, nicht über das Beutelthier hinausgekommen ist, zu den hervorragendsten unter den vielen Beweisen, welche die Abstammungslehre durch die Vorwesenkunde empfangen hat. Man besitzt zwar von diesen Säugern der Sekundärzeit beinahe weiter nichts als die Unterkiefer, aber deren Bildung ist glücklicher Weise bei den Beutelthieren so charakteristisch, daß man, ohne begründeten Zweifeln zu begegnen, sagen konnte, sämmtliche Unterkiefer (nach denen sich etwa fünfzig verschiedene Arten bestimmen ließen) gehören Thieren an, denen von allen lebenden Säugern die Beutelthiere am nächsten stehen. Ihre Unterkieferhälften (Fig. 348) zeigen nämlich an ihrem hintern Winkel einen hakenförmigen Vorsprung oder Fortsatz, welchen weder die Kieferknochen der höherstehenden, noch diejenigen, der niedrigeren Säuger aufweisen, so daß ein glückliches Zusam-

Fig. 348.
Unterkiefer von Amphitherium Prevostii aus dem braunen Jura von Stonesfield.

mentreffen der Umstände grade denjenigen Theil des Skelets aufbewahrt hat, der am geeignetsten war, uns sowohl über die Klasse, als über die Lebensweise dieser Thiere Aufschluß zu geben. Um sich den sonderbaren Umstand, daß die Unterkiefer die vorzugsweise erhaltenen Knochentheile dieser Thiere sind, zu erklären, genügt es nicht, darauf hinzuweisen, daß diese Theile vorzüglich hart sind, sondern man muß sich des Umstandes erinnern, daß Knochenreste vorweltlicher Thiere meist nur in solchen Fällen Aussicht hatten, erhalten zu werden, wenn sie fest im Schlamme von Gewässern oder Höhlen eingebettet wurden. Skelette, die auf freiem Felde oder im Walde liegen blieben, wurden zerstört, da die der Luft und dem Regen zugleich ausgesetzten Knochen schnell mürbe werden und zerfallen, und daher schreibt sich insbesondre die Seltenheit der Reste vorweltlicher Vögel. Man erinnert sich nun, dem massenhaften Vorkommen fossiler Beutelthier-Unterkiefer gegenüber, der Leichtigkeit, mit welcher sich dieser Theil von dem übrigen Kadaver ablöst und nimmt an, daß sie von solchen Thieren herrühren, deren Körper auf dem Wasser schwammen und langsam verwesten, während die Kiefer auf den Boden des Wassers sanken und dort im Schlamm erhalten wurden.

Nach der Menge, welche von solchen Kiefern in einigen Schichten der Jura- und Kreidezeit eingebettet vorkommen, muß man, bedenkend, daß doch vielleicht von Zehntausenden erst ein Exemplar erhalten sein mag, schließen, daß die Säuger schon damals eine gewisse Rolle in der Welt spielten und ein nicht zu übersehendes Glied der Fauna jener Zeit ausmachten. Freilich, im Vergleich zu den Rieseneidechsen, Krokodilen, Dinosauriern, Seedrachen, und vielleicht selbst zu den Vögeln war diese Erscheinung immerhin eine verschwindende, denn die Säuger der Sekundärzeit waren allesammt klein, meist nicht größer als unsre Mäuse und Ratten, höchstens einmal die Größe eines Wiesels oder Hasens erreichend. Sie spielten auch wohl den riesenhaften Reptilien, den Tyrannen der damaligen Welt gegenüber, die Rolle der Unterdrückten, und da die Reptile meist Tagesthiere sind, die ihren zu keiner großen Wärme-Entwicklung befähigten Leib gern von der Sonne bescheinen lassen, so haben wir vielleicht nicht Unrecht, in jenen Pionieren der höheren Welt vorzugsweise Nachtthiere zu vermuthen, die ihren Unterhalt suchten, wenn die großen Herren halberstarrt in ihren Höhlen lagen und den Schlaf der Ungerechten schliefen.

Die ältesten Unterkiefer von Säugethieren, welche man gefunden hat, gehören fast durchweg Insektenfressern an, die oftmals heute noch lebenden Arten ziemlich ähnlich gewesen sein mögen. Diese Beute entsprach am meisten der Schwäche ihres Körperbaues und wurde ihnen von andern Erdthieren vielleicht am wenigsten streitig gemacht. Schon aus der Triaszeit kennt man Reste solcher zahnreichen Säugethiere (z. B. Tritylodon), die sich durch ihre höckerreichen Zähne als Insektenfresser zu erkennen geben. Man hat sie seither ziemlich allgemein zu den Beutelthieren gerechnet, weil die

Kieferbildung derjenigen dieser Thiere am ähnlichsten ist, allein eine vollständige Uebereinstimmung ist nicht vorhanden und auch nicht zu erwarten, da ja die Beutelthiere seit jener langen Zeit weiter gelebt und andre Formen angenommen haben, so daß man sie eher als einen Seitenzweig jener alten Formen ansehen muß, die man deshalb mit Huxley besser als mittlere oder Uebergangs-Säugethiere (Metatheria) bezeichnet, weil der ältere Name der Didelphyen (S. 482) zu einseitig einen, wenn auch höchst charakteristischen, Einzelcharakter betont. Von den lebenden Beutelthieren hat wahrscheinlich das weit in die Vorzeit zurückverfolgbare, heute auf Amerika beschränkte Geschlecht der Beutelratten oder Opossum's (Fig. 349) die meisten Züge jener Ur-Beutelthiere bewahrt. Sie haben nicht nur das am wenigsten specialisirte, zahnreichste Gebiß (bis zu fünfzig Zähnen), sondern auch fünf Zehen an allen vier Füßen, und außerdem, wie Bardeleben gezeigt hat, in der Bildung der Fußwurzel die größte Aehnlichkeit mit derjenigen der niedern Wirbelthiere. Dagegen mögen jene alten Beutelthiere, die wir als Metatheria bezeichnen, während sie im Bau der Geschlechts- und Ausführungs-Organe, ebenso wie die heute lebenden Beutelthiere, den Schnabelthieren nahekamen, in andrer Beziehung deutlicher die Mitte zwischen zahnreicheren Ursäugern und den heute lebenden beutellosen Insektenfressern eingehalten haben. Auch bei den Beutelratten unserer Zeit sind nicht mehr alle Arten mit einer geräumigen Bruttasche versehen; bei der hier abgebildeten Aeneasratte (Fig. 349) sind statt dessen nur noch einige unbedeutende Hautfalten vorhanden, und das Thier ist genöthigt, die Jungen früh auf dem Rücken zu tragen.

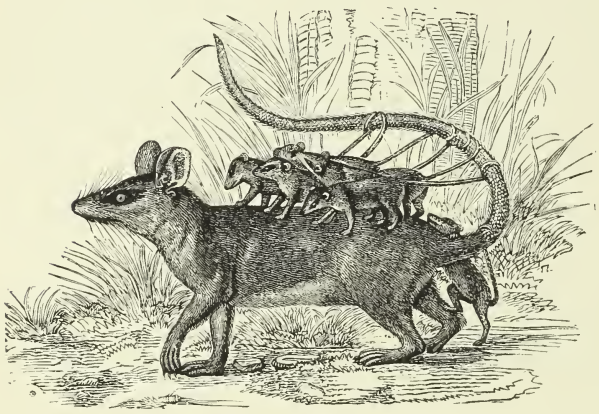


Fig 349.
Die Aeneasratte (Didelphys dorsigera) aus Surinam.

Ein Hauptkennzeichen jener alten Säuger ist der Reichthum an untereinander nahezu gleichen Zähnen, und in dieser Beziehung steht eine Art obenan, welche Marsh aus amerikanischen Juraschichten beschrieben und Diplocynodon victor (Fig. 350) genannt hat. Das Gebiß dieses Thieres, von welchem ebenfalls nur eine Unterkinnlade bekannt ist, enthielt mindestens 64 Zähne, von denen die 48 Backenzähne sich in der Form fast gar nicht

von einander unterscheiden, während selbst die Eck- oder Hundszähne (a) darin mit ihnen übereinstimmen, daß sie ebenfalls doppelte Wurzeln haben, ein seltenes Vorkommen, auf welches sich der Gattungsname bezieht. Die übrige Form der Kinnlade zeigt ebenfalls jene Annäherung an die Insektenfresser, welche bei den alten Beutelthieren (Metatherien) die Regel bildet. Wir können uns daher leicht vorstellen, wie sich aus solchen verallgemeinerten Formen auf der einen Seite die Insektenfresser als niederste Gruppe der höhern Säuger (Eutheria), auf der andern die jetzt lebenden Beutelthiere von mehr specialisirter Organisation entwickelt haben.

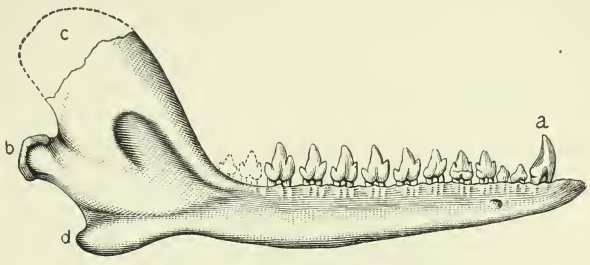


Fig. 350
Rechte Unterkinnlade von Diplocynodon victor Marsh. Aeußere Ansicht 2:1.
a Eckzahn. b Condylus. c Kronenfortsatz. d Unterkieferwinkel.

Wir haben also drei Stufen zu unterscheiden: die Ursäuger (Prototheria), von denen die Schnabelthiere einen Seitenzweig bilden, die Uebergangs-Säuger (Metatheria), die in abgeänderter Form in den Beutelthieren fortleben, und die jetzt die Herrschaft führenden höhern Säuger (Eutheria), und müssen annehmen, daß das Gebiß der den ersteren beiden Stufen angehörigen ältesten Vertreter der Säuger außerordentlich reich war an untereinander gleichen, kegelförmigen, einwurzlichen Zähnen, die denen der Reptilien glichen und ein ununterbrochenes Wachsthum besaßen, denn ein solches Gebiß ist noch auf einige heute lebende höhere Säugethiere vererbt worden, während bei der Mehrzahl derselben sowohl die Zahl, als das Wachsthum der Zähne beschränkt worden ist, in dem Maße, wie die Säugerformen sich mehr specialisirt und besondern Lebensweisen angepaßt haben. Das bedeutet offenbar einen großen Fortschritt gegen die Verschwendung im Zahnmaterial bei Fischen, Amphibien und Reptilien, die entweder zahlreiche immerwachsende Zähne besaßen, oder solche, die oftmals durch neue Zähne ersetzt wurden (vergl. S. 442). Durch die Umbildung zu dauerhafteren, weil widerstandsfähigeren Zähnen, die in der Regel nur einmal oder gar nicht gewechselt zu werden brauchten, sehen wir dieser Verschwendung im Zahnmaterial, die einen großen Theil der Kräfte bei niedern Wirbelthieren verzehren mußte, ein Ziel gesetzt. Dabei hat vielfach sowohl eine Arbeitstheilung und Verminderung unter den Gebißtheilen, wie unter den Endgliedmaßen stattgefunden, an die Stelle der gleichmäßigen Wiederholung trat die Verunähnlichung der Theile, um sie zu besonderen Zwecken geeigneter zu machen, wie wir dies auch bei den Arthropoden gesehen haben.

Schon unter den fünfzig bis sechszig bekannten marsupialen Uebergangssäugern der Vorzeit bemerkt man ähnliche, von dem Grundtypus der Beutelratten abweichende Seitenformen, wie unter den heute lebenden Beutelthieren und höhern Säugern, und unter ihnen ist besonders eine Gruppe kleiner, nicht viel über mausgroßer Thiere der Sekundärzeit interessant, zu der in Europa die Gattung Plagiaulax und in Amerika Ctenacodon gehören, denen die Eckzähne fehlten, während die in der Zahl stark verminderten Backenzähne schräggefurchte Flächen besaßen, die ziemlich deutlich auf Pflanzennahrung hinweisen. Im untern Eocän von Rheims fand nun Lemoine 1883 einen Unterkiefer mit drei derartigen Furchenzähnen von so ähnlicher Gestalt, daß er das Thier als einen Nachkömmling des sekundären Plagiaulax ansieht und Neoplagiaulax taufte. Das heute lebende Zwergkänguruh (Bettongia penicillata) Australiens besitzt ein so ähnliches, wenn auch mehrzähniges Gebiß, wie das letztgenannte Thier, daß man glaubt, seine Eigenart bis zum Plagiaulax der Sekundärzeit zurückverfolgen zu können. Nach und nach fanden sich dann mehr und mehr solcher Specialformen ein, und seit dem Anfang der Tertiärzeit wurden die Beutler ebenso vielgestaltig, wie es heutzutage die höhern Säuger sind. Während die conservativen Elemente bei der Väter Mahlzeit blieben, Ameisen und andre Insekten, Krebsthiere u. s. w. verspeisten, wagten sich einzelne an Reptile, Fische und ihresgleichen und wurden Raubthiere, andere fraßen Wurzeln und wurden Nager, noch andere Laub, Gras und Früchte, und endlich waren alle die Nährstellen, die im Beginn der Sekundärzeit von Reptilien eingenommen wurden und die heute in dem größten Theile der Welt von höhern Säugethieren ausgenutzt werden, vorwiegend mit marsupialen Thieren besetzt.

In dem größten Theile der Welt haben sie entweder gänzlich vollkommner organisirten Nachkommen, den höheren Säugern, den Platz räumen müssen, oder sind doch von diesen so in den Hintergrund gedrängt worden wie in Amerika. Dagegen finden sich Vertreter der meisten Abtheilungen jener alten Beutlerherrlichkeit auf dem Festlande Australiens und den näherliegenden Inseln, mögen dieselben nun zu diesem Erdtheile oder zu Asien gerechnet werden, nämlich kräuterfressende Springbeutler (Känguruhs) wurzelfressende Beutelnager (Wombats) fruchtfressende Flugbeutler, Insektenfresser, Raubbeutler (Beutelwölfe) u. s. w. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, daß dieser isolirte Erdtheil seit der Sekundärzeit nur wenig Wandlungen durchzumachen hatte, und der Einwanderung fremder Formen verschlossen blieb, so daß im Zusammenhange mit dieser Erscheinung Pflanzen- und Thierwelt Australiens im Allgemeinen auf dem Entwicklungsstandpunkte stehen geblieben sind, welchen Europa und andere Theile der Erde am Ende der Sekundärzeit verließen. Neuholland bietet daher dem durchdringenden Blicke des Naturkundigen in seiner Flora und Fauna ein annäherndes Bild des Zustandes, wie er in anderen Theilen der Welt am Ende der Sekundär-

zeit bestand. Während in den letzteren bald darauf höhere Säuger (Monodelphen oder Eutheria) auftraten und die Beutler nach kurzem Ringen um die Oberherrschaft vertilgten, sind in Australien mit Ausnahme einiger Fledermäuse und durch Einwirkung des Menschen dorthin verpflanzter Thiere niemals in der Vorzeit höhere Säuger in Mitbewerbung getreten und die Beutler haben deshalb dort eine ununterbrochen weiterschreitende Entwicklung gehabt. Doch auch im Lande der Känguruhs und Wombats gehört die Glanzperiode der Beutler zu den begrabenen Zeiten. In den Höhlen findet man daselbst die Reste einzelner noch viel größerer, pflanzenfressender Beutelthiere als das heutige Riesenkänguruh. Bei dem einen derselben, dem wegen seiner beiden hervorstehenden Vorderzähne Zweizahn genannten Urthiere (Diprotodon), mißt der Schädel drei Fuß und die Größe, wie der starke Knochenbau erinnern an das Flußpferd (Fig. 351). Ein Raubbeutler von der Größe eines Löwen und ein Riesen-Wombat vervollständigten diese Gesellschaft, gegen welche das heute lebende Beutlergeschlecht wie eine heruntergekommene, schwächliche Sippe erscheint. Obwohl die Zahl der heute lebenden Beutler noch gegen hundertundfünfzig Arten begreift, so ist doch kein Zweifel, daß sie längst dem Aussterben gewidmet sind, denn in den Ländern, wo sie wie in Amerika der Mitbewerbung der ins Gesammt weit über zweitausend Arten betragenden höhern Säuger ausgesetzt waren, ist ihre Zahl, wie schon erwähnt, auf zwanzig und einige zusammengeschmolzen und diese gehören größtentheils dem einzigen, noch immer sehr fruchtbaren Geschlechte der Beutelratten (Fig. 349) an. Was die Geistesfähigkeiten der Beutelthiere betrifft, so sind dieselben offenbar sehr geringe. Das Gehirn bleibt klein und seine Oberfläche meist glatt und windungslos und damit im Einklange bekunden sie in der Gefangenschaft wenig Intelligenz und Anhänglichkeit an den Pfleger. Keins derselben hat sich zähmen lassen, noch zum Arbeitsthiere oder zum Schutz der Hütte des Eingeborenen, oder selbst nur zum Schlacht- oder Milchthier geeignet erwiesen; das Fleisch vieler Arten wurde natürlich von den Eingeborenen

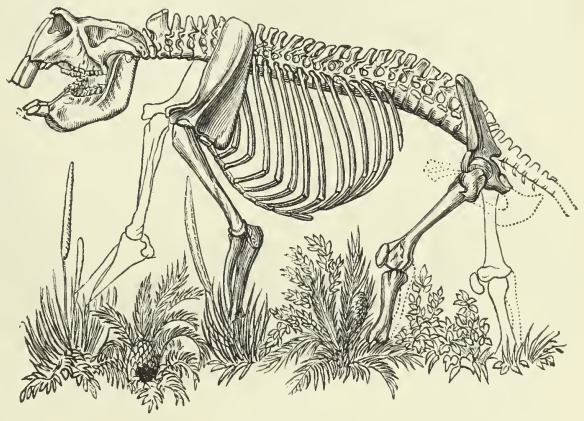


Fig. 351.
Restauration von Diprotodon australis aus dem Diluvium von Queensland.

Australiens verzehrt, will aber dem verwöhnten Gaumen der civilisirten Völker nicht behagen.

Da die einzelnen Ordnungen der Beutelthiere unter einander so ziemlich dasselbe Verhältniß zeigen, wie die Ordnungen der höhern Säuger, so hat man sie einander gegenübergestellt, und geschlossen, daß unsre Zahnarmen, Hufthiere, Nagethiere, Insektenfresser, Raubthiere und Halbaffen, aus zahnarmen-, Huf-, Nage-, Raub- und Handbeutlern hervorgegangen seien, und diese Ansicht hat durch neuere Untersuchungen eine gewisse Stütze gewonnen. Man hat namentlich unter den ältern Raubthieren eine große Anzahl gefunden, welche die Charaktere von Raubbeutlern mit denen der höhern Raub-

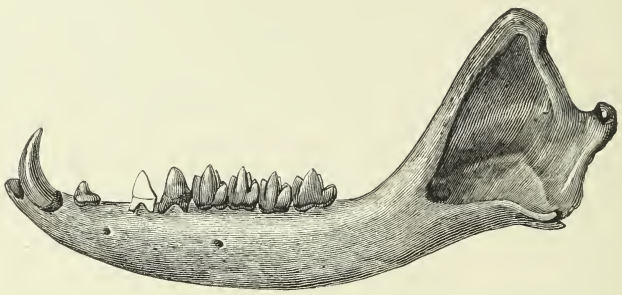


Fig. 352.
Unterkiefer von Didelphys Aymardi in doppelter Größe aus den Phosphoriten von Caylus. (Nach Gaudry).

säuger zu verbinden scheinen, und mit vollem Rechte weder zu den einen noch zu den andern gestellt werden können. Neben den noch heute fortlebenden, insektenfressenden Beutelthieren mit sehr zahlreichen, aber an sich wenig verschiedenen Zähnen finden sich schon in den untersten Tertiärschichten Europa's Beutler mit entwickeltem Eckzahn und einer beschränkten Zahl von Backenzähnen, unter denen die hintern auffallend dreihöckrig waren (Fig. 352), obwohl das gesammte Gebiß noch stark dem der jetzt lebenden Beutelratten gleicht.

Aber diesem Gebiß gleichen andrerseits in sehr auffallender Weise diejenigen einer Reihe in eocänen Schichten Mitteleuropas gefundener ältester Raubthiere, die man bisher unbefangen als die Ahnen unsrer Bären, Hyänen, Hunde und Zibethkatzen betrachtet und deshalb als Arctocyon, Hyänodon, Proviverra u. s. w. bezeichnet hatte. Man darf nur den Unterkiefer von Hyänodon (Fig. 353) mit dem des eben erwähnten Raubbeutlers vergleichen, um die Aehnlichkeit in der Bildung des Gebisses zu bemerken, denn beiden ging die Umwandlung in das so charakteristische Gebiß der höhern Fleischfresser noch völlig ab, und auch in vielen andern Eigenthümlichkeiten des Skelettes glichen diese unausgebildeten, ältern Raubthiere viel mehr den

Insektenfressern und Raubbeutlern als den höheren Raubsäugern. Von der durch Filhol untersuchten Gattung Cynohyaenodon, die nach Gaudry mit Rütimeyers Proviverra übereinstimmt, hat man in den Phosphoriten von Quercy einen Schädel mit mineralischer Ausfüllung der Hirnkapsel, die einen

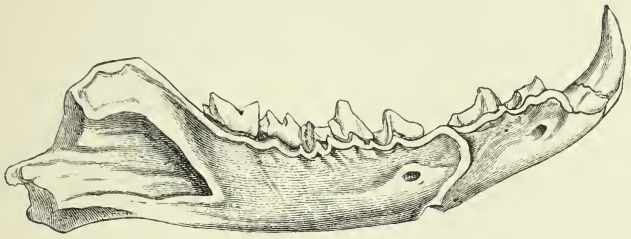


Fig. 353.
Unterkiefer von Hyänodon leptorhynchus. Aus dem Miocän der Auvergne. (Halbe Größe.)

ganz wohlgelungenen Abguß des Gehirns darstellt (Fig. 354) gefunden, und fein, mit großen Riechlappen versehenes, die hinteren Theile des Gehirns nicht bedeckendes, langgestrecktes Vorderhirn gleicht in seiner glatten, windungslosen Oberfläche sehr dem eines Beutlers. Dagegen sind bei diesem und den obengenannten Thieren auch manche Kennzeichen vorhanden, die sich sonst nur bei höhern Säugern (Monodelphen) finden, z. B. ein vollständigerer Zahnwechsel und vollkommene Ausgestaltung der Raubthierzähne, so daß wir recht gut begreifen, weshalb berühmte ältere und jüngere Paläontologen, wie Cuvier, Blainville, Gervais, Owen, Filhol u. A. sie zu den echten Raubsäugern gerechnet haben, während andere, wie Laizer, Laurillard, Parieu, Pomel und Gaudry sie zu den Raubbeutlern stellen möchten. Das Beste dürfte also wohl sein, sie mit Aymard in eine Mittelklasse (Subdidelphen) zu bringen, die den Uebergang von den Beutlern zu den höhern Säugern bezeichnet. Wir kommen hernach auf diese Uebergangsklasse zurück, und wollen nur bemerken, daß auch für die andern Ordnungen der höhern Säuger ähnliche Uebergangsformen sich durch mancherlei Kennzeichen verrathen. Viele moderne Zoologen glauben dagegen, daß die Uebereinstimmungen im Gebiß und Gliederbau der höheren Raub- und Nagethiere, Frucht- und Insektenfresser mit denen der entsprechenden Beutler-Ordnungen unabhängig von jeder Vererbung und nur in Folge der gleichartigen Ernährungsweise bei Beutlern sowohl wie bei höhern Säugern selbstständig er-

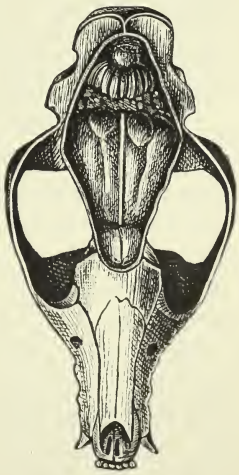


Fig. 354.
Proviverra Cayluxi (mit natürlichem Abguß der Gehirnform). Phosphorite von Quercy.

worden seien. Sie nehmen an, daß ein unspecialisirtes, den Insektenfressern ähnliches Beutelthier allmälig in ein unspecialisirtes höheres Säugethier umgewandelt worden sei, und daß von ersterem die specialisirten Beutlergruppen, von letzterem die specialisirten höhern Säuger abstammen. Die Aehnlichkeiten zwischen Raubbeutlern und höhern Raubsäugern würden somit nicht auf näherer Verwandschaft, sondern nur auf gleichartiger Anpassung, oder „convergenter Züchtung" beruhen, wie z. B. Wasserthiere des verschiedensten Ursprungs sich der Fischform annähern. Es hat in der That einige Schwierigkeit, sich vorzustellen, daß die Placenta-Bildung gegen das Ende der Sekundärzeit häufiger, und bei so verschiedenen, specialisirten Beutlerfamilien eingetreten sein sollte, während sie auf Australien mit seinen über hundert Beutlerarten niemals eingetreten zu sein scheint.

Wir haben eben und schon früher den Ausdruck „höhere Säugethiere" gebraucht, und diese ihren Rang abschätzende Bezeichnung bezieht sich natürlich auf die größere Vollkommenheit ihrer gesammten Körperbildung. Allein, wie es schon im Eingange dieses Kapitels ausgeführt wurde, findet diese jeweilige Entwicklungsstufe der Säugethiere ihren bestimmtesten Ausdruck in dem immer inniger werdenden Verhältniß von Mutter und Kind, und von diesem geht daher die neuere, von der Vorwesenkunde überall gestützte Eintheilung der Säugethiere aus. Wir haben bisher Vertreter der beiden niederen Klassen derselben in den brustlosen Schnabelthieren und den Beutlern kennen gelernt, deren Entwicklung im Wesentlichen der Sekundärzeit angehört, in die Tertiärzeit fällt nun die Ausbildung der höhern Säuger (Monodelphia oder Eutheria), bei denen das Auskunftsmittel der Beutelthiere vermieden wird und das junge Thier seine vollkommenere Ausbildung im Mutterleibe empfängt. Man kann sich denken, daß bei einzelnen Beutlern vor der Geburt sich ausnahmsweise einigemal eine innigere Verbindung des Embryos und seiner ererbten Eihüllen mit der Mutter herstellte, daß die Geburt in Folge dessen verzögert wurde, und daß dieses Verhältniß sich so zuträglich erwies, daß es sich in der Folge weiter ausbildete. Diese Verbindung ist in keinem Falle eine Verschmelzung, sondern sie beschränkt sich auf eine immer inniger werdende Verflechtung dünnwandiger Blutgefäße, welche theilweise der Mutter, theilweise dem Kinde angehören, und welche man den Aderkuchen (Placenta) nennt. Wahrscheinlich erst kurz vor Beginn der Tertiärzeit entstand dieses Verbindungsglied zwischen Mutter und Kind, welches den Schnabelthieren und Beutlern fehlt, und nach welchem man sie auch placentalose und die höheren Säuger Placenta-Thiere nennt. Wie alle Neuerungen in der Natur, so trat auch diese Einrichtung, welche die vollkommene Ausbildung des jungen Thieres im Mutterleibe ermöglicht, indem die dünnen Wände der verflochtenen Blutgefäße ein Hindurchtreten der ernährenden Flüssigkeiten gestatten, nicht sogleich mit jener Vollendung auf, deren sie fähig ist; es ist uns vielmehr auch hier wiederum möglich, ein Werden zu verfolgen, und darnach Ab-

theilungen zu machen, die nicht nur den Ergebnissen der vergleichenden Zoologie, sondern auch der Geschichte der Lebewesen, welche die Vorwesenkunde behandelt, entsprechen.

Es ist auch, wie Alles in der Natur, sobald man den richtigen Standpunkt gefunden hat, nur einfach logisch, daß diese Verbindung im Anfange nur eine losere sein konnte, und daß in Folge dessen eine Trennung der beiden Hälften der Placenta, von der die Gebende der Mutter, die Empfangende dem Kinde angehört, bei der Geburt leicht stattfinden konnte. Dies ist, wie gesagt, das ursprüngliche Verhältniß und die Thiere, bei denen es obwaltet, werden wir demnach als ältere, niedriger stehende zu betrachten haben. In der Folge wurde aber die Verflechtung der beiderseitigen Blutgefäße eine so innige, daß eine Sonderung bei der Geburt nicht mehr möglich war, daß also der mütterliche Theil der Placenta mit hinfällig wurde, und darnach unterscheidet man die Placenta-Thiere wiederum in solche mit nicht hinfälligem (Indeciduaten) und hinfälligem mütterlichen Theile (Deciduaten). Aber wie gesagt, diese delikaten Verhältnisse, deren Berührung an dieser Stelle hier doch nicht zu umgehen war, bilden gleichsam nur den Mittelpunkt der überhaupt vorhandenen Aenderungen und Fortschritte. Eine Menge anderer Umwandlungen hielt mit ihnen gleichen Schritt. Zunächst sei beiläufig auf das Verschwinden der Schutzknochen des nunmehr entbehrlich gewordenen Beutels und des charakteristischen Unterkieferfortsatzes der Beutelthiere als zweier im Skelet ganz allgemein sich kundgebender und darum für die Vorwesenkunde höchst wichtiger Merkmale hingewiesen. Nur selten prägen sich derartige Unterschiede so bestimmt an den Knochentheilen aus. Es würde beispielsweise ganz unmöglich sein, die beiden letzterwähnten Abtheilungen der Placentathiere in ihren Knochenresten auseinander zu halten, wenn wir nicht in der lebenden Welt fänden, daß mit Ausnahme der Hufthiere und Wale fast alle jetzt lebenden Placentathiere zu der höheren Abtheilung der Deciduaten gehören. Es würde also nur der Feststellung der Familienangehörigkeit eines ausgestorbenen Thieres bedürfen, um zu wissen, in welche von beiden Abtheilungen es zu bringen ist, wenn man nicht gewichtige Gründe hätte, zu glauben, daß wahrscheinlich auch die heutigen Deciduaten in der Vorwelt durch die Stufe der Indeciduaten hindurchgegangen seien, wie denn in manchen Ordnungen nahe verwandte lebende Glieder theils zu den Indeciduaten, theils zu den Deciduaten gehören. Kann man daher auch wohl im Allgemeinen sagen, daß die letzteren einer etwas höheren Entwicklungsstufe angehören, und daß die ersteren in diesem Punkte auf einer etwas niedrigeren Stufe stehen geblieben sind, so ist es doch mißlich, und für eine, ausgestorbene Thiere einschließende, Betrachtung gradezu verwerflich, nach diesem Charakter nahe verwandte Thiere auseinanderzureißen, oder die besondre Form der Placenta als Classificirungs-Merkmal zu gebrauchen. Wir werden daher in

unsrer Betrachtung der höhern Säuger diesem Charakter nur einen beiläufigen Werth zuerkennen.

Vergleicht man die ältesten Vertreter der Typen unsrer jetzigen, nach sehr vielen Richtungen auseinandergegangenen Säugethiere aus allen Klassen mit einander, so findet man, daß sie gegen einen noch jetzt vertretenen, aber nur eine untergeordnete Rolle in der Fauna aller Länder spielenden Typus convergiren, der zugleich seit den ältesten Zeiten die geringsten Veränderungen aufzuweisen hat, den der höckerzähnigen Thiere oder Insektenfresser. Wir hörten schon oben, wie nahe er im allgemeinen dem der weniger specialisirten Beutelthiere steht, ja die neueren, durch Huxley's Scharfblick veranlaßten Untersuchungen von Dobson und Parker haben gezeigt, daß der Körperbau mancher heutelebenden Insektenfresser tiefer hinab deutende Züge bewahrt hat, als selbst derjenige der meisten lebenden Beutelthiere, so daß wir darnach den Urtypus der Uebergangs-Säuger ableiten können. Zu diesen primitiven Zügen der Insektenfresser gehört namentlich die allgemeine Form und der Verknöcherungszustand des Schädels, der auf der einen Seite leicht Vergleichungen mit dem Schädel der niedrigsten Wirbelthiere zuläßt, auf der anderen Seite gewissermaßen die Grundformen darbietet, aus denen sich die Schädelformen der Fleisch- und Pflanzenfresser, Nagethiere, Fruchtfresser u. s. w. sowohl unter den placentalen wie unter den aplacentalen Säugethieren ableiten lassen. Charakteristisch ist dabei namentlich das Verhalten gewisser Theile am Kiefergelenk und der Ohrknöchelchen, und ebenso die Gegenwart einer bleibenden Höhlung für die Gehirndrüse auf der Unterseite des Schädels (Vergl. S. 376).

Parker findet, daß unser gemeiner Igel die meisten dieser primitiven Züge bewahrt hat; nach Dobson sind sie noch vollzähliger bei einem igelartigen Thier der Sunda-Inseln (Gymnura Rafflesii) vorhanden; merkwürdige Einzelheiten sind wieder bei andern Gattungen besser erhalten geblieben, so daß das genauere Studium dieser Thierklasse noch manche Aufschlüsse über den Entwicklungsgang der Säuger in der Urzeit verspricht. Sie sind hauptsächlich nur in der Ausbildung einer Placenta über den Zustand der eigentlichen Uebergangssäuger hinausgegangen, dagegen hat der Bau des Schädels und des kleinen windungslosen Gehirns wenig Fortschritte gemacht und manche wahrhaft reptilische und amphibische Züge bewahrt. In diesen Punkten sind ihnen zum Theil selbst die Schnabelthiere, die in der Art ihrer Fortpflanzung mehrere Stufen unter ihnen stehen, zuvorgekommen. Man ersieht hieraus, daß der Fortschritt in den einzelnen Organsystemen kein gleichmäßiger gewesen, daß wir uns die Züge der ältesten Säugethiere aus den einzelnen Abtheilungen zusammensuchen müssen, und daß die Klassifikation nach dem Fortpflanzungswege trotz aller ihrer Vorzüge, doch eine künstliche bleibt, da wir hiernach Thiere zu der höchststehenden Abtheilung der Deciduaten rechnen müssen, die fast in jeder andern Beziehung auf so niederer Stufe stehen

geblieben sind, daß wir an ihnen noch heute, wenn wir sie jenes Vorzugs entkleiden, am besten die Organisation des Säugethiers in den sekundären Zeiten studiren können.

Mit dieser aus dem Studium der vergleichenden Anatomie gewonnenen Erkenntniß, stimmen die Thatsachen der Paläontologie aufs Beste überein. Von den ältesten Insektenfressern, die man bisher stets, und wahrscheinlich auch mit Recht, zu den Beutelthieren gerechnet hat, ist außer dem Gebiß nur wenig erhalten. Aber daß die jüngern Insektenfresser unter allen lebenden Placenta-Thieren dem Grundstamm der höhern Säugethiere am nächsten stehen, und mithin eine Art Mittelstellung unter den übrigen Klassen derselben einnehmen, geht auch daraus hervor, daß die ältesten Ueberreste der höhern Säuger (Eutheria), die man in den untersten Eocänschichten der einzelnen Welttheile gefunden hat, trotz der verschiedensten Entwicklungsrichtungen, die sich bei ihnen andeuten, in einer großen Menge von Charakteren, sowohl unter sich, als mit den damaligen und heute lebenden Insektenfressern übereinstimmen. Sie besaßen z. B., sowohl an den Vorder- als an den Hinterfüßen, die mit der ganzen Sohle auftraten, fünf Zehen, am Schultergürtel Schlüsselbeine, ein kleines windungsloses Gehirn und im Gebiß mindestens 44 Zähne, nämlich in jedem der vier Kieferhälften drei Schneidezähne, einen meist wenig hervortretenden Eckzahn, vier Lückenzähne und drei Backenzähne. Der amerikanische Paläontologe Cope wollte daher alle diese früheocänen Placenta-Thiere zu einer Klasse, den Höckerzahn-Thieren (Bunotheria) vereinigen, aber er mußte dieselbe in fünf Unterabtheilungen theilen, welche er als diejenigen der Täniodonten, Tillodonten, Insektivoren, Creodonten und Mesodonten bezeichnete, die den niedersten Zahnarmen, Nagern, Insektenfressern, Raubthieren und Affen entsprechen, und denen leicht auch die niedersten Hufthiere anzuschließen gewesen wären. Allein eine solche Vereinigung würde mit den entsprechenden Ordnungen der Beutler verglichen, doch eines bindenden Charakters ermangeln, ihr Gemeinsames könnte nur in der Unvollkommenheit der Ausprägung nach den verschiedenen Entwicklungsrichtungen hin gefunden werden. Dagegen tritt in dieser Uebereinstimmung nach der negativen Seite der gemeinsame Ursprung aller höhern Säuger aus untereinander enger verwandten Grundschichten deutlich in's Gefühl und man erkennt, daß die heute so scharf ausgesprochenen Unterschiede erst durch allmälige Anpassung an eine verschiedene Lebens- und Ernährungsweise und durch die Ausbildung charakteristischer Sondereigenthümlichkeiten entstanden sind.

Wenn aber die heute lebenden Insektenfresser auch in ihrer Allgemein-Organisation den ältesten Säugern am nächsten stehen, so scheinen einzelne der ursprünglichsten und fremdartigsten Charaktere derselben doch noch besser auf die sogenannten Zahnarmen (Edentatae) vererbt worden zu sein, zu denen die Schuppenthiere (Fig. 355) mit indeciduater Placenta, und die

Ameisenbären, Gürtelthiere und Faulthiere mit deciduater Placenta gehören. Es sind dies nämlich die einzigen Placenta-Thiere, welche noch ein ebenso wenig entwickeltes Gehirn zeigen, wie die Beutelthiere, bei denen nämlich der die beiden Halbkugeln des Gehirns bei höhern Säugern verbindende Schwielenkörper nur sehr spärlich ausgebildet ist. Wie der Familienname besagt, zeichnen sie sich durch ein sehr mangelhaftes Gebiß aus, denn allen hierher gehörigen Thieren fehlen die sonst im Zwischenkiefer steckenden Vorderzähne, einigen auch die Eck- und Backenzähne. Dagegen zeigen einzelne Arten, wie das Riesen-Gürtelthier, gegen hundert unter sich wenig verschiedener stiftförmiger Backenzähne, so daß dadurch ihre Abstammung von Thieren, die gleich den meisten Beutelthieren ein sehr zahnreiches Gebiß besaßen, wahrscheinlich gemacht wird. Auch die vorhandenen Zähne sind von einer sehr abweichenden, primitiven Bildung, weshalb R. Baume vermuthet, daß in ihnen vielleicht die ursprünglichste Form der Säugerzähne erhalten geblieben ist, die denen der Reptilien gleich, immer nachwuchsen, und sich so wenig umformten, daß sie vielleicht eben durch ihr Verharren unbrauchbar wurden und dem Verfall zuneigten. Nur noch bei einigen Seesäugethieren (Delphinen) finden wir einen ähnlichen Reichthum unspecialisirter Zähne, und wiederum Zahnlosigkeit bei nahen Verwandten derselben. Den Zähnen der Zahnarmen fehlt der Härte verleihende Schmelz und sie sind deshalb einer sehr schnellen Abnutzung unterworfen, welche durch ihr ebenso schnelles Nachwachsen ausgeglichen wird. Damit steht in Beziehung, daß diese Zähne keine Wurzeln haben, sondern oben und unten von gleicher Beschaffenheit sind. Natürlich findet bei ihnen auch kein Zahnwechsel statt, wie wir ihn bei allen höheren Säugethieren, mit Ausnahme der Wale, finden. Auch die Bekleidung mit Schuppen und Schildern, die sich bei diesen Thieren den Haaren gesellen, erinnert an Erbschaften aus den Kreisen niederer Wirbelthiere. Kurz, in jeder Beziehung hat diese Familie etwas Fremdes und erscheint uns wie eine greisenhafte, verkommene, nicht mehr ganz in unsre Zeit gehörige, durch Aussterben vieler Verwandten sehr vereinsamte und in sich selbst zusammenhangslose Gruppe.

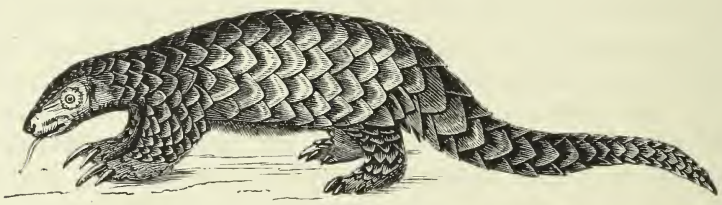


Fig. 355.
Fünfzehiges Schuppenthier (Manis pentadactyla).

In der Vorzeit war das anders. Damals lebten nicht blos in Amerika, Ostasien und Afrika wie noch heute, sondern auch in Europa und wahrscheinlich in dem größten Theile der Welt zu dieser Gruppe gehörige Glieder. Gervais glaubt bereits in eocänen Schichten Europa's hierhergehörige Thiere gefunden zu haben, und ihnen gesellen sich die in eocänen amerikanischen Schichten gefundenen Täniodonten (vergl. S. 497). In den mittleren Miocänschichten Europa's und Nordamerika's findet man die Reste großer Edentaten, welche weniger den jüngern amerikanischen Verwandten, als vielmehr den noch jetzt in Asien und Afrika lebenden winzigen Thieren dieser Klasse glichen; es waren riesige Ameisenfresser. Das Großthier (Macrotherium) von Sansan in Frankreich und das Krallenthier (Ancylotherium) von Pikermi bei Athen waren ziemlich kolossale Kletterthiere mit theilweise langen Vorderbeinen. Sie konnten aber auch, wie es scheint, auf dem Boden gehen, denn die vier Zehen besaßen, wie Lartet gezeigt hat, eine besondere Einrichtung, vermöge welcher sie beim Gehen in die Höhe gehoben werden konnten, um von den enormen, hufartigen Krallen nicht genirt zu werden. Gaudry findet, daß sie eine bedeutende Aehnlichkeit mit Hufthieren zeigten. Ob nun von diesen ältesten europäischen Edentaten in der Miocänzeit einige Zweige nach Nordamerika gelangt sind, oder ob die Wanderung, wie Marsh glaubt, in umgekehrter Richtung geschehen, stehe dahin, dagegen ist die frühere Annahme, daß Südamerika, wo sowohl lebend, als in den jüngsten Schichten fossil die meisten Arten dieser Gruppe vorkommen, auch das Entstehungscentrum derselben sei, sehr erschüttert worden. Bis jetzt wenigstens sind in tertiären Schichten Südamerika's keine zweifellosen Zahnarmen gefunden, während sie in Nordamerika von der Miocänzeit an bis in die jüngsten Epochen häufig gewesen sind. In den mittleren Miocänschichten von Nebraska wurden zwei Arten der Gattung Moropus gefunden, die, wie der Name besagen will, zu den Faulthieren gehörten, und von der die eine die Größe eines Tapirs besaß, die andre doppelt so groß war. In den untern Pliocänschichten weit getrennter Gebiete Nordamerika's fanden sich wohl erhaltene Reste mehrerer Arten einer zweiten großen Faulthier-Gattung (Morotherium); dieselben näherten sich bereits den Riesen-Faulthieren der Gattungen Mylodon, Megalonyx und Megatherium (Fig. 356), die man in pliocänen und pleistocänen Schichten Nord- und Südamerika's gefunden hat und denen sich auf Cuba einige andre Gattungen (Megalocnus und Myomorphus), die den Gang der Wanderung nach Süden andeuten, anschließen. Südamerika, in welches sie, wie es demnach scheint, erst in jüngerer Zeit eingewandert sind, wurde sodann der Schauplatz ihrer glänzendsten Entwicklung. Aus den diluvialen Schichten dieses Landes, dem Pampasthone und den Höhlen Brasiliens gräbt man die gigantischen Reste ihrer Sippschaft, die man wegen der beispiellosen Plumpheit ihres Knochenbaues und der daraus gefolgerten Schwerfälligkeit ihrer Bewegungen auch als die Familie

der Schwerschreitenden (Gravigraden) bezeichnet. Es waren keineswegs die größten Säuger der Vorwelt, denn selbst der Mächtigste derselben, der schlechthin Riesenthier (Megatherium) genannte Koloß, erlangte nur die Länge, aber nicht die Höhe eines Elephanten. Dennoch macht kein andres Thier der Vorwelt in seinen Resten so überwältigend den Eindruck des Gigantischen wie eben das Megatherium mit seinen Verwandten, und zwar

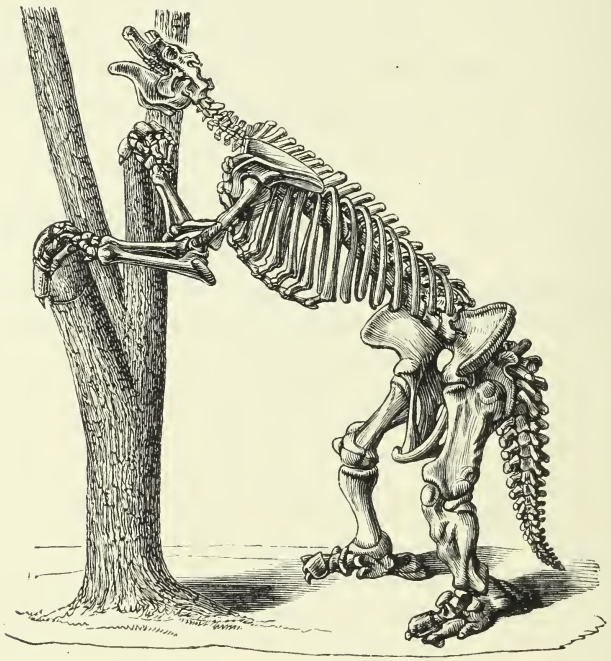


Fig. 356.
Megatherium Cuvieri aus dem Pampasschlamm Südamerika's.

wegen der Stärke seiner Knochen, die in den Hinterbeinen selbst die des Elephanten weit an Massigkeit übertrafen, während die Zehenknochen den Armknochen des Menschen an Dicke wenigstens gleichkommen. Daß die Entwicklung der Muskeln derjenigen der Knochen, die ihnen zum Halte dienten, nicht nachgestanden habe, versteht sich von selbst, und überdem beweisen es die Vertiefungen auf den Knochenflächen, da wo sich die Hauptmuskeln ansetzten. Da ihr Gebiß diese Thiere als reine Pflanzenfresser kund giebt, so fragt es sich, wozu sie solcher Riesenkräfte bedurften, wie sie uns in ihrem Gliederbau entgegentreten. In den meisten Einzelnheiten des Skelets gleichen diese Giganten den Faulthieren unsrer Zeit, die höchstens die Länge einiger Fuße erreichen und bekanntlich kletternd auf Bäumen leben. Obwohl

sich nun auch Eigenheiten der nahe verwandten Gürtelthiere in ihren Körperbau einmischen, so hat man sie einfach als Riesenfaulthiere bezeichnet, und würde natürlich geneigt sein, ihnen eine ähnliche kletternde Lebensweise zuzuschreiben. Allein ein solches Thier, welches das Flußpferd weit an Größe übertraf, kann man sich doch nur schwer, die Gipfel der Bäume besuchend, vorstellen, obwohl die Krallen sie offenbar zum Klettern befähigt hätten, und Owen hat daher vermuthet, daß sie die Bäume, deren Laubmassen ihnen zur Nahrung dienten, umgerissen hätten, vielleicht, nachdem sie die Wurzeln derselben umgraben hatten, wozu die mächtige Klaue der Mittelzehe helfen konnte. Daher kommt die massigste Entwicklung den hintern Gliedmaßen, den Beinen, Schwanz und Becken zu, die dem Thiere bei der schweren Arbeit des Bäume-Entwurzeln einen festen Halt gaben. Halb aufgerichtet, einen Baumstamm mit den Krallen umfassend, als wenn das Thier ihn schütteln oder daran emporklettern wollte, stellte man daher ihre in seltener Vollständigkeit gefundenen Skelette für die Museen zusammen. Der kolossale Schwanz mit seiner beispiellosen Wirbelstärke konnte ihnen dabei sicherlich als Stütze des Körpers dienen.

Das Bild des plumpen Thieres wird durch einen unverhältnißmäßig kleinen, rundlichen Kopf vervollständigt, an welchem die verlängerten Jochbeine charakteristisch sind, ähnlich wie die alten Künstler dem Herkules einen nahezu unproportionirt kleinen Kopf zu geben pflegten, gleichsam um anzudeuten, daß ungewöhnliche Körperkräfte nur ausnahmsweise mit einer höhern Intelligenz gepaart seien. Im Verhältniß zu seiner Körpermasse hatte das Megatherium unter den jüngern Thieren vielleicht das kleinste Gehirn, nirgends unter den Krallenthieren tritt das Geistige so gegen die Körpermasse zurück. Fressen und Ruhen scheinen die einzigen Gedanken, welche in diesem Schädel Raum hatten, gewesen zu sein; vergeblich suchen wir eine Spur von List und Schlauheit bei diesen ungeschlachten Wesen; der Stempel der Beschränktheit ist ihnen auf tausend Schritt kenntlich aufgeprägt.

Wir können uns daher kaum darüber wundern, daß dieses Geschlecht völlig ausgestorben ist; die jetzt lebenden Faulthiere sind bedeutend veränderte und in gewisser Beziehung auch fortgeschrittene Thiere. Aber in mancher Richtung erscheinen sie in der That als die vollkommnen Erben ihrer Väter, nämlich in der Trägheit und Langsamkeit ihrer Bewegungen, welche ihnen den wenig zum Lobe gereichenden Namen der Faulthiere oder Langsamgänger (Tardigraden) eintrug. Wir könnten es wohl verstehen, wenn sich die Riesenfaulthiere der Vorzeit mit ihren schweren Knochen nur mit Unlust bewegt hätten, wie denn ihr Fortschreiten auf den äußersten Zehenspitzen höchst unbehilflich gewesen sein muß; allein bei den höchstens zwei bis drei Fuß langen Faulthieren der amerikanischen Urwälder erscheint uns diese Trägheit einigermaßen unbegründet, und wir erhalten ein gewisses Recht zur Erklärung eine ererbte, unüberwindliche Stumpfheit des Geistes zu Hilfe

zu rufen, welche diese Thiere auch in der Gefangenschaft zeigen. Andrerseits darf nicht vergessen werden, daß Arme und Beine gebildet sind, um sie in den scheinbar unbequemsten Stellungen an den Baumästen festgeklammert, ruhen und schlafen zu lassen; die Zertheilung der großen Schlagadern in sogenannte Wundernetze ermöglicht dieses unbewegliche Verharren der Gliedmaßen in jeder beliebigen Lage, welches bei andern Thieren Blutstockungen erzeugen würde.

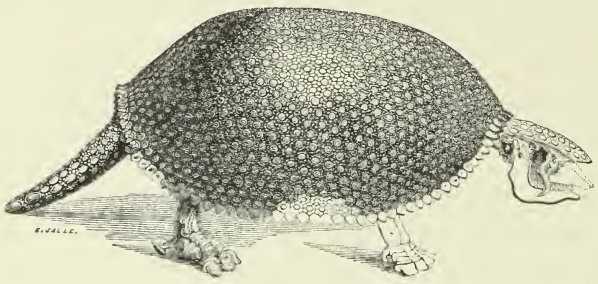


Fig. 357.
Glyptodon clavipes aus dem Pampasthon.

Den Faulthieren erweisen sich die seltsamen Gürtelthiere oder Armadille (Fig. 357 und 358) sowie die Gürtelmäuse als (besonders in den alten Formen) naheverwandt, obwohl sie äußerlich mehr den Schildkröten als einem Säugethier zu gleichen scheinen. Ein schwerer, in einzelne Querringe oder

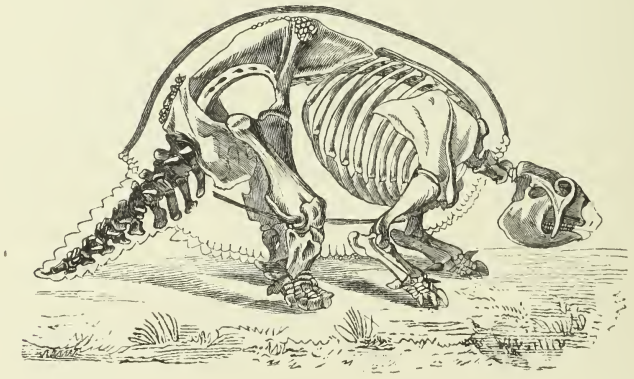


Fig. 358.
Glyptodon asper aus dem Pampasschlamm von La Plata.

Gürtel zerfallender Panzer bedeckt den Rücken von der Schnauze bis zur Schwanzspitze, und erlaubt dem Thiere, sich in eine gepanzerte Kugel zu verwandeln, ähnlich, wie der Igel unter den Insektenfressern, und die in den kältern Ländern Südamerikas lebenden Arten halten Winterschlaf wie viele unsrer Nager und Insektenfresser. Allein der Bau des Gerüstes, der mit Klauen besetzten Füße, des Gebisses und Schädels ist denen der Faulthiere

so ähnlich, wie es bei zwei in der Ernährungsweise so weit auseinandergegangenen Thieren nur irgend möglich ist, namentlich fällt sofort die diesen Thieren gemeinsame eigenthümliche Bildung des Jochbeins auf. Dagegen sind die Gürtelthiere in ihren Bewegungen durchaus nicht so langsam wie die Faulthiere, und wissen namentlich mit großer Behendigkeit die Erde aufzuscharren, in welcher sie bei der Verfolgung wie Maulwürfe verschwinden. Sie leben von Insekten, Würmern, Engerlingen und Aas und sind ebenfalls viel kleiner als viele ihrer fossilen Vorgänger, von denen die in Fig. 357 abgebildete Art eine Länge von nahezu neun Fuß (von der Schnauze bis zur Schwanzspitze gemessen) erreichte.

Die Erdferkel, Ameisenbären und Schuppenthiere, (Fig. 355) zu denen das fossile Glossotherium gehört, haben zum Theil die Zähne gänzlich eingebüßt, und fangen ihre Beute, Ameisen und Termiten, mittelst der lang hervorstreckbaren klebrigen Zunge, die sie in den Insektenbau hineinstecken, nachdem sie ihn mit ihren starken Grabfüßen auseinandergerissen und aufgescharrt haben. Sie deuten durch die Verschiedenheit ihrer äußeren Erscheinung und ihres innern Baues an, daß sie die letzten Reste einer ehemals an Uebergängen reicheren Gruppe sein müssen, und eine Art, der sogenannte zweizehige oder Zwerg-Ameisenbär (Myrmecophaga didactyla) hat Gestalt und Lebensweise der Faulthiere, indem er den Baum-Ameisen nachgeht, und sich mit seinen, vorn vier und hinten fünf Zehen tragenden Füßen gleich diesen an den Baumästen festklammert und langsam bewegt.

Bevor wir uns zu den übrigen Säuger-Ordnungen wenden, wird es zweckmäßig sein, einige allgemeine Betrachtungen über die Umwandlungen des Gebißes und der Gliedmaßen, denen die verschiedene Lebensweise sichtbarlich ihren Stempel aufprägt, vorauszuschicken. Bei den den Reptilien und Amphibien noch näherstehenden, dem Grundstamme angehörigen Säugern, den insektenfressenden Beutel- und Placenta-Thieren, sowie bei einzelnen Zahnarmen ist einerseits ein mit unter sich ziemlich gleichartigen Zähnen reichgefülltes Gebiß und andrerseits vorn und hinten ein fünfzehiger Fuß, wie bei den älteren Amphibien und Reptilien vorhanden. Jeder Fortschritt in besonderer Richtung ist aber an eine genauere Anpassung dieser und aller Körpertheile an eine bestimmte Lebensweise gebunden, wobei sehr häufig eine Verminderung der einzelnen Theile, Zähne wie Zehen, und soviel bekannt, niemals eine Vermehrung eintritt. Je nachdem das Thier die Füße blos zum Laufen, oder zugleich zum Aufscharren des Bodens, zum Schwimmen, Fliegen, Klettern, Ergreifen und Festhalten der Beute gebraucht, erlangt sowohl die ganze Fußbildung, als die Einlenkung, Bekleidung ꝛc. der Zehen eine besondere Form, und die Füße treten bald mit ganzer Sohle, bald nur mit den Zehen auf. Die Greiffüße erlangen sowohl in ihrem Ober-Gelenk, als in den Zehen eine vielseitigere Beweglichkeit als die blos als Lauffüße dienenden, und damit pflegt auch die Intelligenz der betreffenden Thiere zu

steigen; wird doch sogar das menschliche „Begreifen" von der Sprache auf die Thätigkeit der Hände zurückgeführt.

Die Ernährungsweise prägt sich sodann in erster Linie im Gebiß aus. So haben die Raubthiere spitze, die Pflanzenfresser scharfrunzliche ebene, die Insekten- und Allesfresser zwischen diesen in der Mitte stehende, d. h. gemischte, höckrige Zahnkronen. Diese bei den Fossilien sehr deutlichen Merkmale werden durch diejenigen des Kiefergelenkes unterstützt, aus welchen man leicht ersehen kann, ob die Kaubewegungen ein einfaches Zuklappen (Raubthiere) oder ein vor- und rückwärts verschiebendes Nagen oder ein breites Kauen und seitliches Mahlen (bei den Wiederkäuern) erforderte. Diese Wechselbeziehungen erklären dann, wie der Blick des geübten Forschers zuweilen aus einzelnen fossilen Fuß- und Gebißknochen das ganze Thier nach Gestalt und Lebensweise zu erkennen und seiner bestimmten Verwandschaft (Ordnung) zuzuweisen im Stande ist.

Wir haben schon erwähnt, daß uns allerlei Umstände zwingen, mit Baume den Stammsäugern ein sehr zahnreiches Gebiß aus unter sich gleichen wurzellosen, konischen, immerfort weiterwachsenden Zähnen, wie wir es bei vielen Reptilien und annähernd noch bei einigen sogenannten Zahnarmen antreffen, zuzuschreiben. Bei diesen Thieren findet also ein Zahnwechsel, wie wir ihn sonst bei den höhern Säugethieren allgemein beobachten, nicht statt, denn nur für Wurzelzähne mit abgeschlossenem Wachsthum wird derselbe nöthig. Die ältesten Säuger hatten daher wahrscheinlich in ihrem reichgefüllten Gebiß, ebenso wie die Zahnarmen und gewisse, den niedersten Formen nahestehende Walthiere, keinen Zahnwechsel, sie waren Monophyodonten und die heutigen Beutler stehen erst an der Pforte der Diphyodonten mit Zahnwechsel, sofern in ihrem meist reichgefüllten Gebiß nur ein einziger Zahn ausfällt und ersetzt wird. Auch im Gebiß mancher höhern Säuger sind, während die übrigen Zähne in Wurzelzähne mit abgeschlossenem Wachsthum verwandelt wurden, einzelne jener immerwachsenden, wurzellosen „Urzähne" erhalten geblieben, so die Vorderzähne bei den Nagern, die immerfort weiterwachsen, und manchmal z. B. bei Hasen abenteuerliche Formen annehmen, wenn ihnen im andern Kiefer keine Zähne, gegen welche sie sich beständig abschleifen können, gegenüberstehen. Bei andern Thieren, z. B. bei Ebern und Elephanten, sind es die Eckzähne, welche immerfort weiterwachsen, und daher übermäßige Größe erlangen (Stoßzähne), während die andern Zähne gewechselt werden.

Aber auch in denjenigen Gebissen, die nur Wurzelzähne mit abgeschlossenem Wachsthum, wie sie vereinzelt schon bei manchen Reptilien vorkommen, enthalten, werden nicht alle Zähne gewechselt, sondern nur die im sogenannten Milchgebiß, welches bei manchen Thieren schon in der frühesten Jugend verdrängt wird, enthaltenen Vorder- oder Schneidezähne, die Eckzähne und vordersten Backenzähne, die man deshalb als Lückenzähne oder

Prämolaren von den eigentlichen Backenzähnen oder Molaren, die erst später erscheinen und daher nicht gewechselt werden, unterscheidet. Dieser Zahnwechsel der jüngern Säugethiere wird nach Baume's sehr wahrscheinlicher Ansicht dadurch bedingt, daß nicht alle jener zahlreichen, in der Anlage vererbten Zähne der Ahnen in den verkürzten Kiefern der Nachkommen nebeneinander Platz haben, und daher in zwei Schüben nacheinander erscheinen müssen, so daß der Diphyodontismus eigentlich nur ein scheinbarer ist, weil ja die in der Anlage vorhandenen Zahnkeime, die bei den Uebergangssäugern und Beutlern auf einmal entwickelt wurden, nicht vermehrt, sondern nur an der gleichzeitigen Entwicklung verhindert werden. Und zwar gleichen die zuerst entwickelten Zähne, die für das junge Thier, deren Ernährung die Mutter überwacht, ausreichen, den meist weniger specialisirten Ahnenzähnen, und dann erst kommen die der jetzigen Ernährungsweise völlig angepaßten Ersatzzähne, welche gerade hierdurch in dem nur allmälig seine volle Größe erreichenden Kiefern Raum und Zeit für ihre höhere Ausbildung gewinnen. Diese Hypothese erklärt also gleichzeitig, warum Thiere mit einem sehr reichen Gebiß wie die meisten Beutelthiere, Delphine u. s. w. keinen Zahnwechsel haben, und weshalb das Milchgebiß mehr als das Ersatzgebiß demjenigen der Vorgänger gleicht, wozu noch kommt, daß mehrere ganz überflüssig gewordene Zähne wohl noch im Milchgebiß, nicht aber mehr im definitiven Gebiß wieder erscheinen.

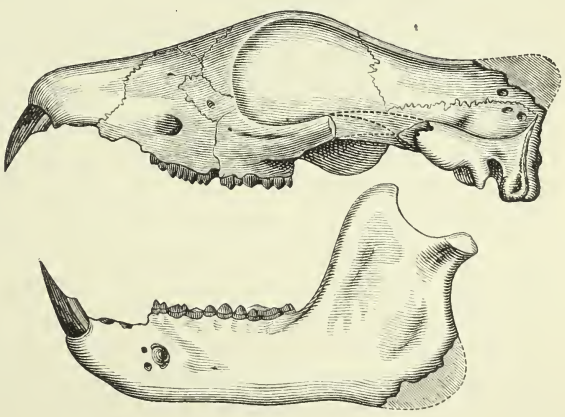


Fig. 359.
Schädel von Tillotherium fodiens.

Wir wenden uns zuerst zu derjenigen Ordnung, bei der noch die größte Anzahl immerwachsender, denen der Zahnarmen ähnlichen Zähne vorhanden ist, nämlich zu den Nagern, bei denen nicht nur die Schneidezähne immerfort nachwachsen, und, oben ohne Schmelz, beständig abgenutzt werden, sondern auch mitunter die mit schieflaufenden Schmelzfalten versehenen Backenzähne ohne Wurzeln sind. Ihre Eigenart tritt am frühesten in einer sonst noch sehr unentschiedenen Gruppe auf, die Cope zu seinen Bunotherien (S. 497) rechnet und Tillodonten nennt. Diese Thiere, von denen man bereits fünf Gattungen in den amerikanischen Eocänschichten gefunden hat, scheinen die Charaktere der Hufthiere, Edentaten, Nager und Insektenfresser mit einander vereinigt zu haben. Bei der typischen Gattung Tillotherium (Fig. 359)

zeigt der Schädel die allgemeine Form des Bärenschädels, aber sein Bau, die Verbindung der Unterkinnlade und die Backenzähne erinnern an die Bildungen verschiedener Hufthiere. Die bei den jüngern Nagern gänzlich fehlenden Eckzähne sind noch vorhanden, wenn auch sehr verkleinert, aber jede Kinnlade enthält zwei große, meißelförmige, mit Email bekleidete Vorderzähne von beständigem Wachsthum, wie die der Nager überhaupt. Im ganzen sind vierunddreißig Zähne vorhanden. Das Gehirn war klein und nur mit wenigen Windungen versehen. Das Skelet erinnert sehr an dasjenige der Bären; auch die Füße waren fünfzehig, denen der Bären ähnlich und wurden mit der Sohle aufgesetzt. Bei einer Untergruppe dieser zum Theil Tapirgröße erreichenden Thiere, den Stylinodonten, waren sämmtliche Zähne wurzellos. Auch bei den ältesten europäischen Nagern hat Forsyth Major diese Aehnlichkeiten mit alten Hufthieren, namentlich aus der Reihe der ältesten schweineartigen Thiere wahrzunehmen geglaubt.

Dieselbe Unentschiedenheit und Mittelstellung zwischen Edentaten, Nagern und Hufthieren, die auf einen näheren Zusammenhang dieser Ordnungen in ihrem Ursprunge deutet, läßt sich bei einigen jüngst ausgestorbenen oder noch lebenden Formen nachweisen. Am interessantesten darunter ist der Pfeilzahn (Toxodon platensis), dessen Reste sich in den diluvialen Ablagerungen der südamerikanischen Pampas, besonders in Patagonien finden. Es war ein Pflanzenfresser von der Größe und Gestalt eines Rhinoceros, mit Beinen, die an diejenigen des Flußpferdes erinnern, während die Fußknochen eher denen der Elephanten gleichen. Der zwei Fuß lange Schädel erinnert durch die Form seines hintern Theils an den der Seekühe und durch die Stellung der Nasenlöcher sogar an Delphine, so daß sich die Charaktere der meisten Säugerordnungen in seinem Bau vereinigen. Die Backenzähne, deren oben sieben und unten sechs vorhanden sind, würden durch ihre Form und durch ihr beständiges Wachsthum an diejenigen der Zahnarmen erinnern, wenn wir diesen Charakter nicht auch bei den Nagern fänden und als den Grundcharakter aller Säugerzähne anzusehen Ursache hätten. Dem Nagercharakter begegnen wir auch in den meißelförmig abgekaueten und denen der Hasen ähnlichen Vorderzähnen in dem verlängerten Zwischenkiefer, von denen oben vier und unten sechs vorhanden sind, sowie in dem Fehlen der Eckzähne, aber die Einlenkung des Gebisses erinnert eher an die Hufthiere, zu denen Owen das Toxodon rechnen will. Auch zeigen die mit Längsfurchen versehenen Backenzähne in einfachster Form jenes W-Muster, was uns in den Backenzähnen so vieler Placenta-Thiere und namentlich deutlich bei den meisten Hufthieren entgegentritt. Es ist wahrscheinlich aus einer tiefen Längsfurchung oder Einfaltung der anfänglich mit drei, später mit vier Höckern versehenen Backenzähne der Stammältesten entstanden, wobei der den Zahn umgebende Schmelz in die Falten hineinwuchs und zuletzt Schmelzleisten bildete, welche die Leistung der Zähne sehr erhöheten. Wie wir uns auch wenden mögen,

immer behalten wir beim Toxodon, wie bei seinem unvollständiger bekannten amerikanischen Verwandten Megamys und Mesodon den Eindruck eines Ueberrestes jener unentschiedenen Formen, welche einst zwischen Nagern und Hufthieren in der Mitte standen, und durch Aussterben zahlreicher Zwischenglieder zuletzt völlig isolirt worden waren.

Unter den lebenden Nagern Südamerikas scheinen die sogenannten Halbhufer, zu denen die bekannten Meerschweinchen, Agutis und Wasserschweinchen gehören, die sich von ihren nächsten Verwandten durch ihre hufartigen Klauen und den Mangel der Schlüsselbeine unterscheiden, sowie die von einigen Zoologen zu den Nagern gerechneten Platthufer, zu denen die Klippdachse gehören, ähnliche auf den gemeinsamen Ursprung der Huf- und Nagethiere deutende Zwischenformen zu sein, denn die letzteren zeigen im Bau der Zähne Beziehungen zu den Nashörnern und im Bau der Weichtheile noch auffälligere Uebereinstimmungen mit den Elephanten. Möglicherweise sind in den obengenannten Thieren die allein noch stehengebliebenen Pfeiler eines Viadukts zu erkennen, der von alten, zwischen Nagern und Hufthieren in der Mitte stehenden Formen zu den Proboscidiern oder Rüsselthieren hinüberführte, wodurch die etwas isolirte Stellung erklärt werden würde, welche die letzteren unläugbar in der Gemeinschaft der übrigen Hufthiere, zu denen man sie in der Regel stellt, einnehmen. Doch sind diese Andeutungen noch viel zu unsicher, um darauf eine neue Anordnung zu begründen.

Unter den echten Nagern scheinen Eichhörnchen (Sciurus) die ältesten zu sein und schon aus den Eocänschichten sind in Europa und Amerika Formen unter dem Namen Pseudosciurus, Sciuroides und Sciuravus beschrieben worden. Daran reihen sich Siebenschläfer, Mäuse, Hamster, Biber, Murmelthiere und Hasen ungefähr in der hier eingehaltenen Reihenfolge, so daß sich die meisten Unterfamilien schon im Miocän vertreten finden. Daß diese Ordnung erst in jüngerer Zeit ihren, die ganze Welt überfluthenden Artenreichthum und Höhepunkt erreicht hat, beweist eben diese Mannigfaltigkeit derselben in der heutigen Welt gegenüber den fossilen Arten, und die geringen Lücken, welche ihre Reihen deshalb darbieten. Man kennt mehr als 600 lebende Nagerarten und kaum 100 ausgestorbene, während unter den Hufthieren (die Scheinhufer eingeschlossen) die fossilen Arten bereits überwiegen, unter den Walen mindestens der Zahl der Lebenden gleichkommen. Aber während heute nur die Ratten und Mäuse in der ganzen Welt Verbreitung gefunden haben, Eichhörnchen, Murmelthiere und Hasen dagegen nur noch in der nördlichen Hemisphäre, Stachelschweine, Agutis und Meerschweinchen in der südlichen vorkommen, waren letztere zur Miocänzeit auch im Norden heimisch und sind wahrscheinlich erst durch die Eiszeit nach dem Süden gedrängt worden. Als nach dem Weggange der Gletscher das nordamerikanische Tiefland große, nur spärlich bewaldete Steppen bildete, fanden sich, wie Nehring gezeigt hat, auch in Norddeutschland zahlreiche, jetzt nur in weitentfernten Ländern vor-

kommende Steppennager ein, wie der große Sand- oder Pferdespringer (Alactaga jaculus) mehrere Zieselarten, das Steppen-Murmelthier und der kleine Steppen-Pfeifhase, die in Gesellschaft der Saiga-Antilope und wilder Pferde unsere nordischen Steppen belebten, bis der Wald langsam in ihnen vorrückte. Zahlreiche Reste dieser Thiere sind namentlich in der Gegend von Braunschweig und Westeregeln, aber auch an vielen andern Orten in den postglacialen Schichten gefunden worden.

Wir kommen nunmehr zu der wichtigen Ordnung der Hufthiere, oder Ungulaten, die ihren Namen nach ihrem, die ganze Zehe umschließenden Nagel erhalten haben und sich durch ein vollkommeneres Gebiß, aus Zähnen mit dicken Schmelzkronen und abgeschlossenem Wachsthum über Zahnarme und Nager erheben, dagegen mit Ausnahme der Elephanten auf der Stufe der Indeciduaten stehen geblieben sind. Nur bei einzelnen hierhergehörigen Arten, wie Schweinen, Moschusthieren und Elephanten haben noch die Eckzähne ein unbegrenztes Wachsthum als Hauer oder Stoßzähne behalten. Ueber den Ursprung der Gruppe ist man noch nicht völlig im Klaren, aber die ältesten Formen bieten so zahlreiche Uebereinstimmungen mit jenen den Insektenfressern nahestehenden verallgemeinerten Formen (S. 497) daß man leicht auf einen gemeinsamen Ursprung mit denselben schließen kann. Andre Merkmale weisen auf einen noch direkteren Ursprung von pflanzenfressenden Beutelthieren hin. Der französische Paläontologe Lemoine hat im vorigen Jahre (1884) im untersten Eocän von Rheims die Reste eines Thieres gefunden, dessen Schädel-, Gehirn- und Zahnbildung auf das Nächste an den Fuchskusu (Phalangista vulpina), einen fruchtfressenden Beutler, erinnerten. Wie bei diesem war das Mittelhirn noch nicht vom Großhirn bedeckt, dagegen fehlten die Beutelknochen, und im allgemeinen Körperbau näherte sich dieses Pleuraspidotherium genannte Thier, auffallend einem der ältesten Hufthiere, dem Pachynolophus oder Pro-Palaeotherium, von dem mehrere Arten in französischen Eocän-Schichten gefunden worden sind.

Lange Zeit galt bekanntlich das von Cuvier aus dem Gypse von Montmartre erhaltene tapirähnliche Altthier (Paläotherium) für den ältesten Vertreter der höheren Säugethiere, gewissermaßen als die Urform derselben überhaupt. Indessen wurden seit 1846 durch Owen und Hebert in den plastischen Thonen und Ligniten der untersten Eocänschichten der Becken von Paris und London die spärlichen Ueberreste eines Hufthieres gefunden, welches noch ursprünglichere Merkmale zeigte und von dem britischen Zoologen Coryphodon getauft wurde. Viel vollständigere Ueberreste dieser wenig specialisirten Form der Huf-Thiere sind indessen nunmehr in Utah, Wyoming und Neu-Mexico gefunden und 1876 durch Marsh mit den Owen'schen Thieren identificirt worden. Dieselben hatten ungefähr die Größe und wahrscheinlich auch die Lebensweise der Tapire. Einzelne Arten waren kleiner, andere doppelt so groß wie diese. Die zahlreichen Knochenreste, welche man gefunden hat,

zeigen, daß diese Thiere der idealen Urform der Hufthiere in der That näher kamen, als alle bisher bekannten, sofern sie Merkmale fast aller Unterabtheilungen in ihrem Baue vereinigten, weshalb sie Marsh zu einer eigenen Familie (Coryphodontiden) erhebt. Man theilt die jetzt lebenden

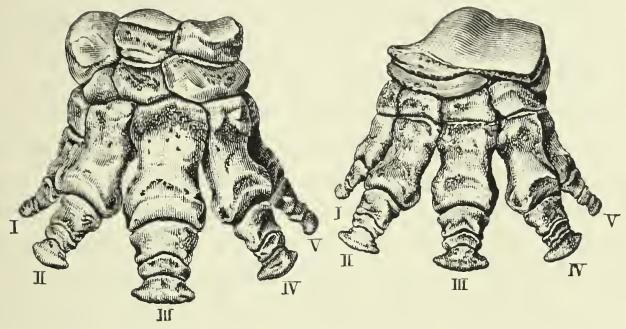


Fig. 360.
Vorder- und Hinterfuß von Coryphodon. 1/3 der natürlichen Größe.

Hufthiere gewöhnlich in die beiden Hauptklassen der Unpaarhufer (Perissodactyla) und Paarhufer (Artiodactyla) ein, je nachdem die Mittelzehe vorzugsweise entwickelt ist und die anderen Zehen von beiden Seiten her an Größe abnehmen, wie bei den Tapiren, Nashörnern und Equiden, oder aber die dritte und vierte Zehe sich gleichmäßig entwickeln, wie bei den

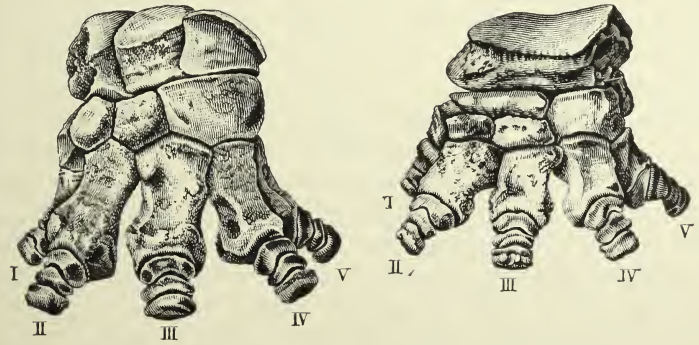


Fig. 361.
Vorder- und Hinterfuß von Dinoceras. 1/5 der natürlichen Größe.

Schweinen und zuletzt allein übrig bleiben, wie bei den Wiederkäuern. Als Nebenlinie hatte man den Hufthieren schon früher zuweilen die Scheinhufer oder Rüsselthiere (Proboscidea) zugesellt. Von diesen drei Abtheilungen standen die Coryphodonten der erstgenannten am nächsten, boten aber auch Berührungspunkte mit der zweiten und besaßen endlich unverkenn-

bare Beziehungen zu der bisher nur mit allem Vorbehalt den echten Hufthieren genäherten dritten, so daß man annehmen darf, sie hätten einer gemeinschaftlichen Stammform aller drei Unterabtheilungen der Hufthiere sehr nahe gestanden. Die Bildung der von Marsh zum ersten Male nach vollständigeren Exemplaren beschriebenen Füße war, wie die vorstehenden Abbildungen (Fig. 360) zeigen, derjenigen der Dinoceraten und Elephanten beinahe ähnlicher, als derjenigen der echten Hufthiere. Cope hatte deshalb die eine Art unter dem Namen Bathmodon elephantopus beschrieben und in neuerer Zeit hat derselbe amerikanische Forscher von einer untereocänen Hufthiergattung (Phenacodus) Mittheilung gemacht, die durch den Besitz von Höckerzähnen dem Urtypus noch näher kam, als Coryphodon und auf der andern Seite die auffallendsten Uebereinstimmungen mit der Fußbildung der Elephanten darbot. Aber auch bei Coryphodon finden wir am Hinterfuße wie am Vorderfuße noch alle fünf Zehen erhalten, so daß man die Grundform aller drei Hauptlinien darin suchen könnte, wenn nicht bereits in der vorwiegenden Ausbildung der dritten Zehe eine unverkennbare Annäherung an den Typus der Unpaarhufer ausgedrückt wäre, die auch durch den Schädelbau bestätigt wird. Die letzten Zehenknochen sind für die Unterlage der Hufe seitlich verbreitert, während sie bei den Füßen der sogleich zu erwähnenden Schreckhörner (Dinoceras, Fig. 361) abgerundet erscheinen. Bei den etwas kleineren Hinterfüßen zeigen sich ähnliche Unterschiede, besonders bemerkenswerth ist die bei Coryphodon (nicht aber bei Dinoceras) hervortretende Neigung der ersten und fünften Zehe zur Verkümmerung. Alles dies zeigt, daß die Coryphodonten doch trotz der ausgebildeten fünf Zehen nicht mehr die völlig reine Urform, sondern bereits einen Uebergang zu den Unpaarhufern darstellen, bei denen gewöhnlich eine oder beide äußeren Zehen verschwunden sind.

Auch der langgestreckte Schädel (Fig. 362) mit dem hervortretenden Antlitztheil erinnert seinem gesammten Baue nach an denjenigen der Unpaarhufer. Das Gebiß entspricht ebenso vollkommen wie der Bau der Füße den Voraussetzungen, die man einer ältesten Form der Hufthiere gegenüber machen muß, es ist eine Art Mustergebiß, von dem sich alle übrigen ableiten lassen, mit einer gleichen Zahl von Zähnen oben wie unten; in jeder Kieferhälfte drei Schneidezähne, ein Eckzahn, vier Lückenzähne und drei Backenzähne, im Ganzen also vierundvierzig. Die Bildung der Zähne leitet hier, wie bei Pliolophus aus dem Londonthon zu den Paläotherien hinüber, das Verhalten zwischen Lücken- und Backenzähnen dagegen zu den Paarhufern, so daß sich hier die Gegensätze vereinen. Auch darf nicht übersehen werden, wie sehr dieses Gebiß der ältesten Hufthiere dem der ältesten Formen aller übrigen Placenta-Thiere — der Raubthiere nicht ausgenommen — entspricht, so daß wir auch darin die Nähe und Gemeinsamkeit des allgemeinen Grundtypus deutlich ausgeprägt finden.

Von einem sehr bedeutenden Interesse nach verschiedenster Richtung hin sind die Untersuchungen, welche O. C. Marsh über den Gehirnbau der Coryphodonten und Dinoceraten, sowie der tertiären Säugethiere überhaupt angestellt hat. Hierbei ergab sich nämlich, daß alle eocänen Säugethiere außerordentlich kleine Gehirne besaßen, oft kaum größere als die Reptilien. Besonders lehrreich aber ist der Umstand, daß die Gehirne der miocänen Unpaarhufer (z. B. der Nashörner und Pferde) schon viel größer waren, als die ihrer nächsten Verwandten der Eocänzeit, und ihrerseits (namentlich bei Pferden und Elephanten) wiederum bedeutend an Größe übertroffen werden durch die Gehirne der jetzlebenden Thiere derselben Familien. Das Seelenorgan weist also eine unzweifelhafte Entwicklung nicht nur in der Thierreihe überhaupt, sondern sogar bei den einzelnen langlebigen Thiergeschlechtern auf, eine Thatsache, die den weitgehendsten Speculationen Raum eröffnet. Die Gehirnhöhle von Coryphodon ist nun ganz besonders merkwürdig, weil sie zeigt, daß das Gehirn nicht nur, wie bei allen eocänen Säugethieren, auffallend klein, sondern auch in seiner Gesammtbildung von einem sehr niederen, reptilienähnlichen Typus war. Die Kleinheit der Hemisphären fällt besonders im Vergleiche zu der Breiten-Ausdehnung des Kleingehirns in's Auge. Die Riechlappen waren groß und erstreckten sich, wie dies bei niederen Wirbelthieren in viel höherem Grade als bei den heutigen Säugern der Fall ist, weit vor die Hemisphären. Das Großgehirn verdiente hier seinen Namen noch kaum. Es war nicht vielmals größer, als die Riechlappen und im Querschnitte nur unmerklich breiter als der Rückenmark-Kanal, so daß seine Auffassung als eine Anschwellung des Rückenmarks sich hier sehr stark aufdrängt. Dagegen kam das Kleinhirn an Größe nahezu oder völlig dem Großhirn gleich, hierin wie auch in seiner Gestalt weit abweichend von dem irgend eines jetztlebenden Säugers. Der Gesammt-Eindruck des Gehirns, wie es sich in wohlgelungenen Abgüssen darstellt, ist derjenige einer sehr niederen Entwick-

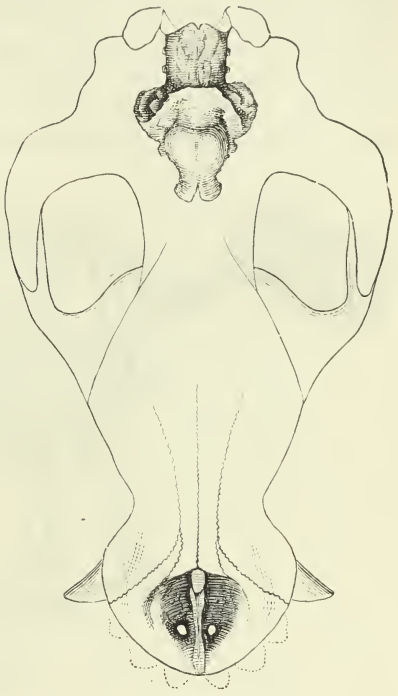


Fig. 362.
Schädelumriß und Gehirnabguß von Coryphodon hamatus Marsh (ca. 1/5 der natürlichen Größe).

lungsstufe, genau wie man sie bei einem Säuger der ältesten Tertiärschichten vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte erwarten mußte.

Offenbar am nächsten standen den Coryphodonten die schon im Vorhergehenden vielfach zur Vergleichung herangezogenen Dinoceraten, Säugethiere von der Größe der Elephanten, deren Ueberbleibsel in den mittleren Eocän-Schichten des westlichen Amerika's besonders häufig vertreten sind, während man sie in den übrigen Welttheilen bisher gar nicht angetroffen hat. Die allgemeine Erscheinung der Dinoceraten oder Schreckhörner, zu denen die Gattungen Uintatherium, Tinoceras und Dinoceras gehören, war

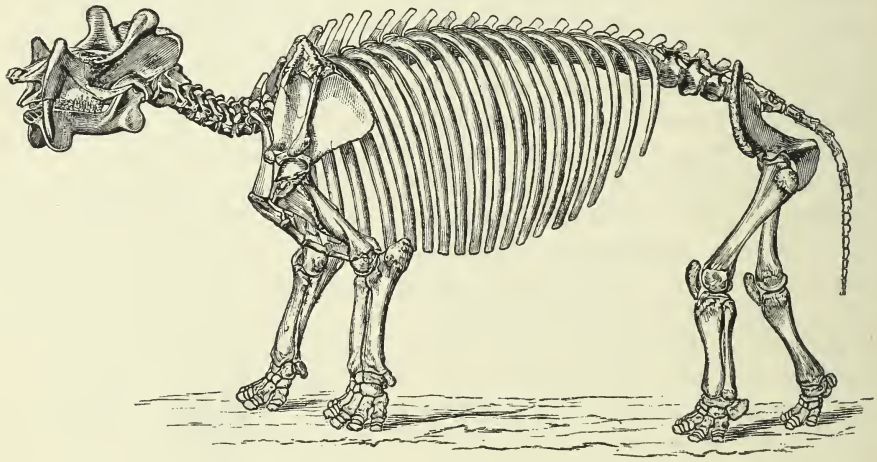


Fig. 363.
Restauration von Dinoceras mirabile nach Marsh. $^1/_{30}$ der natürlichen Größe.

die von Thieren von der Größe unserer Elephanten mit ebenso massigen aber etwas kürzeren Beinen, mit einem, mit starken Hörnern bewehrten Kopfe und sehr ansehnlichen oberen Eckzähnen, mit plumpen fünfzehigen Füßen und möglicherweise mit einer rüsselförmig verlängerten Nase, obwohl dieser letztere Charakter natürlich nicht sicher festzustellen ist. Der Hals war lang genug, daß auch das stehende Thier mit dem Maule den Boden erreichen konnte. Die kurzen massigen Beine mit vertikal gestellten Oberschenkelknochen zeigen mit ihren fünf kräftigen Zehen im ersten Augenblick eine außerordentliche Aehnlichkeit mit denen der Coryphodonten (weshalb Cope diese Thiere unter dem Namen der Amblypoden mit ihnen vereinigte) und andererseits eine nicht weniger große Aehnlichkeit mit denen der Elephanten, namentlich in der von allen anderen Thieren verschiedenen Gestalt des Sprungbeins (Astragalus). Aber wenn man näher zusieht, bemerkt man auch Unterschiede; so gleicht der Articulations-Modus der verschiedenen Knochen der Hand und Fußwurzel mehr demjenigen der Nashörner und anderer Unpaarhufer, als

dem der Elephanten. (Vergl. Fig. 363.) Die Wirbel und sonstigen Knochen sehen nach Form und Größe denjenigen der Elephanten sehr ähnlich, nur daß der Hals, wie schon erwähnt, verhältnißmäßig ein wenig länger war. Der Schwanz war lang und dünn.

Der Kopf der Dinoceraten war lang und schmal und erinnert in seinen wesentlichen Charakteren mehr an denjenigen des Nashorn als des Elephanten. Wie bei dem ersteren erhebt sich der Schädel nach hinten zu einer Art Kamm, aber ganz beispiellos war die Besetzung der oberen Schädelfläche mit drei Paar seitlich einander gegenüberstehenden Knochenhöckern, von zum Theil ansehnlicher Größe. Das erste und größere Paar erhebt sich von den hinteren Seitenwandungen des Schädels, das zweite vor den Augenhöhlen auf den Oberkieferknochen und das dritte, viel kleinere, auf der vorderen Partie der Nasenbeine, wie die nebenstehende Profil-Ansicht des Schädels von Uintatherium (Fig. 364) deutlich zeigt. Ob diese Höckerpaare alle drei mit Hörnern besetzt gewesen sind, um den Familiennamen der Schreckhörner oder Dinoceraten vollauf zu rechtfertigen, oder ob das vordere Paar, wie seine abgerundeten Kuppen anzudeuten scheinen, vielleicht nur mit schwieliger Haut bedeckt waren, wissen wir nicht, jedenfalls aber haben wir an wehrhafte Thiere zu denken, welche zum Kampfe mit ihres Gleichen oder mit zeitgenössischen Räubern wohlausgerüstet waren. Das Gebiß war nicht weniger eigenthümlich, als die Schädelform; seine Formel lautet:

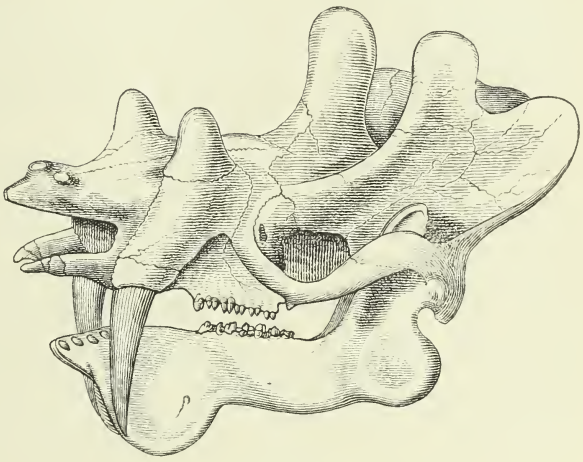


Fig. 364.
Schädel des Uintatherium. Aus den eocänen Schichten am Fuße des Uinta-Gebirges (Wyoming).

$$\text{Schneidez.}\ \frac{0}{3};\ \text{Eckz.}\ \frac{1}{1};\ \text{Lückenz.}\ \frac{3}{3—4};\ \text{Backz.}\ \frac{3}{3} \times 2 = 34—36.$$

Die Vorderzähne fehlen der obern Kinnlade, wie bei den Wiederkäuern, und sind in der unteren klein und nach vorn gerichtet, dort mit den ebenso kleinen Eckzähnen eine ununterbrochene Reihe bildend. Ein oberer großer, mit Email bedeckter Eckzahn, ähnlich demjenigen der Wallrosse, wurde, wie

es scheint, durch eine merkwürdige Ausbuchtung der Unterkinnlade gehindert, als Hauzahn irgendwo tief einzudringen und bei den Weibchen scheint diese Waffe auch kleiner gewesen zu sein. Auf jeder Seite, oben wie unten, befinden sich sechs bis sieben, eine fortlaufende Reihe bildende Backenzähne, die von den Eckzähnen durch eine beträchtliche Lücke getrennt sind. Sie erscheinen im Vergleich zu der Colossalität des Körpers auffallend klein, und zeigen je zwei, mehr oder weniger deutliche Querleisten, von denen die der oberen Kinnlade nach außen divergiren und gegen den innern Zahnrand dergestalt aufeinanderstoßen, daß sie ein V bilden. Aus dem Kaumechanismus möchte Marsh schließen, daß das Thier sehr abweichend von allen seinen Verwandten, fleischfressend gewesen sein dürfte, da die Kauung nur sehr oberflächlich geschehen konnte, und deshalb ein sehr nahrhaftes Futter voraussetze.

Der Umfang des Gehirnes war kleiner, als bei irgend einem jetzt lebenden Landsäugethier, wahrhaft reptilienartig, mit mächtigen Riechlappen, so schmal, daß es ohne Schwierigkeit hätte durch den Rückenmarkskanal bis an die Kreuzbeinwirbel und vielleicht auch durch diese hindurchgezogen werden können. Die Kleinheit dieses Organes fällt wegen der Massenhaftigkeit des Körpers noch mehr auf, als bei andern eocänen Säugern; nur einige Wale haben ein im Verhältniß zu ihrem bedeutenden Körperumfange ähnlich kleines Gehirn. Wie sich diese Verhältnisse mit der Zeit zu Gunsten des Seelenorgans gebessert haben, zeigt der Vergleich mit den Nashörnern unserer Zeit, die obwohl an Größe den Dinoceraten nachstehend, ein achtmal größeres Gehirn besitzen als diese. Ebenso ungünstig fällt ein Vergleich mit dem Elephanten-Gehirn aus.

Die Dinoceraten besaßen, wie es scheint, in Nordamerika nur eine kurze Herrschafts-Periode. Die völlige Abwesenheit ihrer Reste in den bisher untersuchten Schichten der Miocän- und Pliocän-Zeit beweist zwar nicht unbedingt ihr schnelles Erlöschen, macht es aber bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, daß das Geschlecht ausgewandert ist und sich vielleicht in den Rüsselthieren Asiens und Europas fortsetzte. Niemals hat man bisher in eocänen Schichten der alten Welt Thierreste entdeckt, die man den Ahnen der Rüsselthiere zuschreiben konnte; dieselben standen so isolirt unter den Hufthieren und Dickhäutern, daß man geradezu versucht war, sie von denselben zu trennen und einen Anschluß in ganz anderer Richtung, nämlich bei den Nagethieren, für sie zu suchen (Vergl. S. 507). Durch die Untersuchungen der amerikanischen Paläontologen gewinnt es indessen sehr stark den Anschein, als wären in den Coryphodonten und Dinoceraten einige Bögen der eingestürzten Brücke gefunden worden, welche einst von den echten Hufthieren zu den Scheinhufern den Uebergang bildete. In miocänen Schichten Europas, Kleinasiens und Indiens hat man bekanntlich die Reste eines riesigen Rüsselthieres, des Dinotherium gefunden, welches

fünf Backenzähne in seinem bisweilen fünf Fuß langen Schädel (Fig. 365) trug, die durch ihre Querstreifen Tapir- und Elephantenzähnen, und andererseits denen der Seekuh glichen, so daß man nicht wußte, ob man dieses Thier den Tapiren, den pflanzenfressenden Walen, den Rüsselthieren oder gar den Beutelthieren zurechnen sollte. In der obern Garonne soll nämlich ein Becken dieses größten Landsäugethiers der Vorzeit gefunden worden sein, welches noch die charakteristischen Beutelknochen besaß (?). Die beiden gewaltigen Elfenbeinstoßzähne, welche in einem abwärts gekrümmten Fortsatz der Kinnlade saßen, erinnern andrerseits durch ihre rückwärts gekrümmte Richtung lebhaft an die ähnlichen, jedoch dem Oberkiefer angehörigen Stoßzähne des Walrosses, und die Verbindung des Hauptes mit dem kurzen Halse überhaupt an die Meersäugethiere. Dagegen war es unzweifelhaft, daß an dem Schädel ein tüchtiger Rüssel gesessen und in neuerer Zeit hat man nun auch die durchaus elephantenartigen Fußknochen gefunden. Das Schreckensthier, dessen restaurirtes Bild Fig. 366 zeigt, war vielleicht ein ebenso gutmüthiger Geselle wie uns

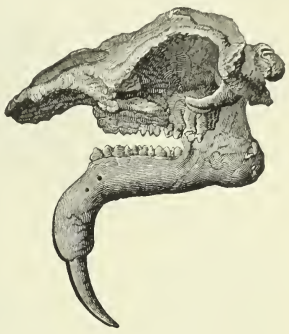


Fig. 365.
Schädel von Dinotherium giganteum $^1/_{50}$ der natürlichen Größe.

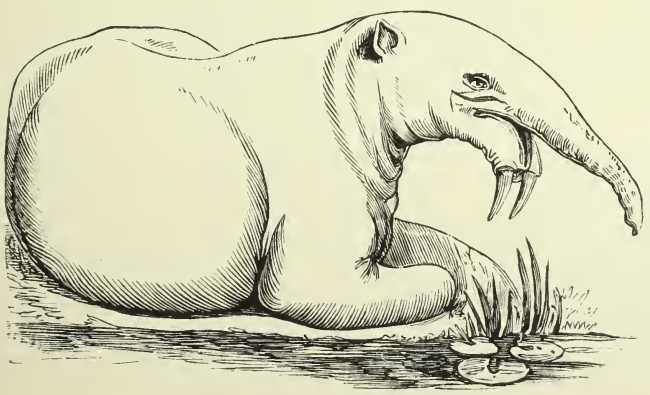


Fig. 366.
Dinotherium giganteum restaurirt.

Owen das Iguanodon geschildert hat, und der Schrecken würde sich mehr auf die erschrecklichen Mengen von Nahrung beziehen, die ihre unfüllbaren Magen in Anspruch genommen haben müssen.

Als gute Kameraden des Dinotherium treten gleichzeitig mit ihm in der mittleren Tertiärzeit die ältesten Elephanten, von denen wir Reste besitzen,

auf, die nach den zitzenförmigen Höckern ihrer Backenzähne so genannten Zitzzähner oder Mastodonten (Fig. 367). Es waren Thiere, die gewiß ganz die Physiognomie der Elephanten darboten, sogar hinsichtlich der durch ein zelliges Knochengewebe stark gewölbten Stirne, welche den Dinotherien ganz fehlte und unseren Elephanten ein so verständiges Aussehen giebt. Die Mastodonten waren vielleicht bereits Deciduaten wie die heute lebenden Elephanten, allein, da sie sich Beide hier am naturgemäßesten anreihen, mögen sie denn als in ihren Füßen unspecialisirte Hufthiere hier angeschlossen werden.

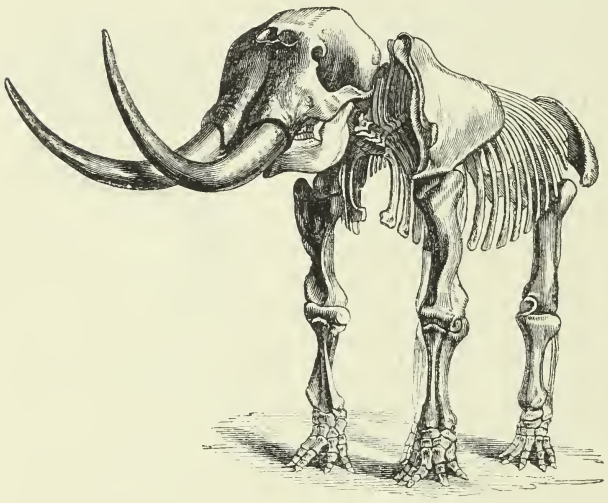


Fig. 367.
Mastodon giganteum. Aus dem Diluvium von Nordamerika.

Ihre Backenzähne (Fig. 368), die man früher wohl als aus mehreren kleineren Zähnen zusammengewachsen betrachtete, zeigten schon bei den Mastodonten eine ähnliche ungewöhnliche Art des Wechselns, wie beim jetzt lebenden Elephanten und wurden auf dieselbe Art von ihren hinten erscheinenden Ersatzzähnen nach vorn gedrängt und dort abgekaut. Diese Verzögerung der Entwicklung beruht augenscheinlich darauf, daß der zuerst auswachsende vordere Backenzahn im Laufe der Zeiten allmälig so an Länge zunahm, daß er sich über einen großen Theil des Kiefers erstreckte und die Entwicklung der hinter ihm kommenden Backenzähne hinderte, die dann statt miteinander, nacheinander in Gebrauch kamen, wodurch allmälig ein fünf- bis sechsmaliger Wechsel der Backenzähne eingeleitet wurde. Auch in der Form der Backenzähne finden wir bei den Mastodonten eine allmälige Annäherung an diejenige der Elephantenzähne und bereits bei dem miocänen Mastodon elephantoides sehen wir die Höcker zu steilen Querjochen verbunden, etwa wie die Dächer der schmalen Giebelhäuser in nordischen Städten nebeneinander, woraus sich dann die Form der Backenzähne bei ihren noch lebenden

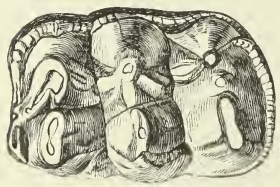


Fig. 368.
Backenzahn des Mastodon.

Anverwandten unschwer ableiten läßt. Zu den im Oberkiefer sitzenden großen Elfenbeinstoßzähnen gesellten sich zuweilen, und vielleicht nur bei den Männchen, ein paar kleinere im Unterkiefer. Die Mastodonten, welche mit Ausnahme Australiens in allen Welttheilen vertreten gewesen zu sein scheinen, erreichten zuweilen die ungeheure Länge von dreißig Fußen, bei einer Höhe von fünfzehn Fußen. Während sie in der alten Welt bereits am Ende der Tertiärzeit ihren muthmaßlichen Leibeserben, den Mammuthen, das Feld räumten, haben sie in Amerika die Diluvialzeit erlebt und man hat dort so späte Nachzügler ausgegraben, daß Reste ihrer letzten Mahlzeit, Cypressennadeln, noch unvermodert im Gerippe erhalten waren.

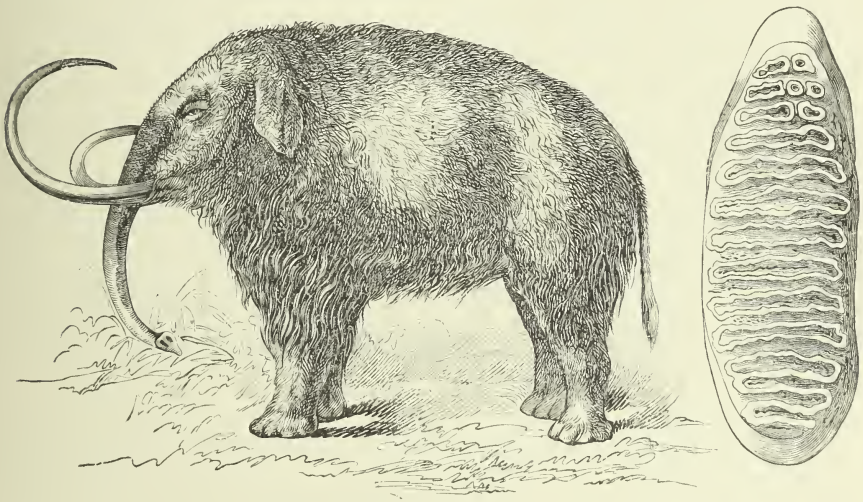


Fig. 369.
Restauration des wollhaarigen Mammuths nebst Kaufläche eines Backenzahns.

Die echten Elephanten, welche in der Regel nur einen ihrer allerdings sehr in die Länge gedehnten Backenzähne im Gebrauche haben, aber dafür fünf- bis sechsmal einen Ersatzzahn dahinter bekommen, wenn der vordere abgenutzt ist, traten in Asien bereits am Ende der Miocän-Zeit auf, in Europa jedoch viel später, in der Pliocän-Periode. Unter den ausgestorbenen Arten ist das Mammuth, der erstgeborene Elephant (Elephas primigenius Fig. 369) weitaus das bekannteste aller vorweltlichen Thiere, und alte asiatische Sagen behaupten, es lebe noch unter der Erde weiter, in weiten Höhlen und Gängen. Wenn auch die vor zehn Jahren ausgesprengten Nachrichten, daß man noch lebende Mammuthe in sibirischen Flußthälern angetroffen habe, als Jägergeschichten zu betrachten sein dürften, so fällt das Aussterben dieses Thieres, sowie der letzten Mastodonten jedenfalls, wenn überhaupt, nur kurz vor die historische Zeit. Sowohl Mastodonten

als Mammuthe sind vom vorhistorischen Menschen gejagt und verzehrt worden; man findet ihre Knochen mit den sonstigen Mahlzeitresten derselben und besitzt vom Mammuth sogar uralte, wohlgetroffene Portraits von der Hand vorhistorischer Künstler (Fig. 411). Wir können die Treue dieser Darstellungen insofern genau beurtheilen, als man nicht nur vollständige Skelette besitzt, sondern seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts zu mehrfach wiederholten Malen mit Haut und Haar im sibirischen Eise erhaltene Thiere gefunden hat, deren Fleisch, obwohl es möglicherweise seit vielen Jahrhunderten dort eingefroren war, noch so frisch erschien, daß man es genießbar gefunden hat. Aus diesen Funden ging ebenso, wie aus jenen in Knochen geritzten Bildern hervor, daß das Mammuth, darin den jetzigen Elephanten sehr unähnlich, einen dichten braunen Haarpelz besessen hat, wie es denn zu seiner Blüthezeit in Nordeuropa und Nordasien bitter kalt gewesen sein mag. In seiner Größe übertraf das Mammuth den jetzigen indischen Elephanten kaum, es unterschied sich aber durch mit viel zahlreicheren und dichter stehenden Schmelz-Querleisten versehene Backenzähne und bedeutend größere Stoßzähne, die in einem weiten Bogen nach oben zurückgekrümmt, zuweilen eine Schwere von mehreren Centnern erreichten. Die Häufigkeit, in welcher das fossile Elfenbein in Asien gefunden wird, so daß es einen bedeutenden Handelsartikel ausmacht, deutet auf ein sehr massenhaftes Vorkommen in starken Heerden, und man kann denken, daß sie neben Riesenhirsch und Renthier, Bär und Büffel die Hauptstaffage der alteuropäischen Landschaft gebildet haben. (Vergl. Tafel XVII.)

Die eigentlichen Elephanten, welche zuerst in Zwischenformen am Himalaya (in Schichten, die zwischen Miocän und Pliocän den Uebergang bilden) gefunden worden sind, erscheinen auch im obern Pliocän Nordamerikas in gigantischen Formen und waren dann in der Pleistocän-Periode zahlreich vertreten. Das behaarte Mammuthhthier der alten Welt war einst häufig in Alaska und große Mengen seiner Skelette sind im Eise jener Regionen gefunden worden. In Amerika scheint sich diese Art östlich nicht über die Kette des Felsengebirges hinaus und südlich nicht jenseits des Columbia-Flusses ausgebreitet zu haben; sie wurde dort ersetzt durch den amerikanischen Elephanten, der ein milderes Klima vorzog. Ueberreste der letzteren hat man von Canada durch die vereinigten Staaten bis Mexiko angetroffen. Die letzten amerikanischen Elephanten lebten in der Pleistocän-Periode.

Wir wenden uns nunmehr zu den Coryphodonten zurück, um zu sehen, wie sich die einzelnen Familien der Unpaarhufer (Perissodactyla), bei denen die Last des Körpers vor allem auf der mittelsten (ursprünglich dritten) Zehe ruhte, die sich daher stärker entwickelte, an sie anschlossen. Eine der ältesten, die Familie der Tapire war bereits früh in Europa und Amerika vertreten und hat sich in beiden Welttheilen in Parallelreihen entwickelt. In den

ältesten Schichten der mit üppigem Pflanzenwuchs umgebenen tertiären Seebassins Nordamerika's fanden sich Reste von Helaletes, einem den Coryphodonten noch sehr nahestehenden Typus, der sich deutlich in den etwas jüngern Hyrachyus- und Palaeosyops-Arten fortsetzt. Beide Thiergattungen, die von Leidy und Cope genau beschrieben worden sind, zeigen deutliche Beziehungen einerseits zu den ältesten europäischen und amerikanischen Tapiriden andrerseits zu den Nashörnern und ihren Nebenlinien. Dem Hyrachyus, von welchem eine grade Linie zu den miocänen Tapiren Amerikas leitet, die alle zu dem Geschlechte Tapiravus gehörten, entsprach in den eocänen Schichten Europas das Lophiodon, von welchem in der linken Ecke der Taf. XVII eine Restauration versucht worden ist. Es war ein echter eocäner Tapir mit vorn vier, hinten drei Zehen an den Füßen, der nur in den obern Lückenzähnen einige Verschiedenheiten darbot, und vielleicht einen etwas längern Rüssel besaß. Die eigentlichen Tapire (Tapirus) treten in Europa erst in den mittlern und obern Miocän-Schichten auf, und das lebende Geschlecht kann unter allen Hufthieren als dasjenige bezeichnet werden, welches seit dem Beginne der Tertiärzeit sich am wenigsten verändert hat. Es stellt einen sogenannten Dauertypus dar, und das genaue anatomische Studium der Tapire verspricht daher, unter demjenigen aller lebenden Hufthiere den meisten Aufschluß über die den ältesten Hufthieren gemeinsamen Züge. Gleich dem Köperbau ist auch ihre Intelligenz, gegenüber derjenigen vieler Verwandten sehr zurückgeblieben, und von wahrhaft eocänem Gepräge.

Die Familie der Nashörner, deren Ableitung von den Urtapiren bereits angedeutet wurde, erschien zuerst in kleineren, der Urform ähnlichen Gestalten, die noch kein Horn auf der Nase trugen, weshalb sie auch hornlose Thiere oder Aceratheriden genannt wurden. Sie besaßen wie die Tapire vierzehige Vorderfüße und dreizehige Hinterfüße. Zu ihnen gehört die altweltliche Gattung Acerathérium und die amerikanische Hyracodon, welche letztere besonders dadurch interessant ist, daß sie noch das vollständige Gebiß der alten Tapire (Hyrachyus-Arten) bewahrt hatte, während die jüngeren, hörnertragende Rhinoceronten vielfache Lücken in demselben aufweisen. Indessen treten auch bei den lebenden Nashörnern, von denen einige gar keine Schneidezähne mehr besitzen, als Erbschaft von den zahnreicheren Ahnenformen im Milchgebiß vier Schneidezähne auf, die aber sehr früh ausfallen und nicht mehr ersetzt werden. Von den jüngeren Rhinoceronten erschien die durch vier in Südasien lebende Arten vertretene Gattung Rhinoceros mit ein oder zwei Hörnern auf der Nase, zwei Schneidezähnen und Eckzähnen in der unteren und drei Schneidezähnen in der oberen Kinnlade, und drei Zehen an den Vorder- und Hinterfüßen zuerst im mittleren Miocän Europas. Die von Pomel abgetrennte Gattung Atelodus, welche oben und unten bleibender Schneide- und Eckzähne gänzlich ermangelt und in zwei afrikanischen Arten fortlebt, erschien zuerst im oberen Miocän Europas. Zu ihr gehört das be-

rühmte wollhaarige Nashorn (Atelodus tichorhinus) Fig. 370, welches ebenfalls von dem europäischen Urmenschen gejagt worden ist und von dem

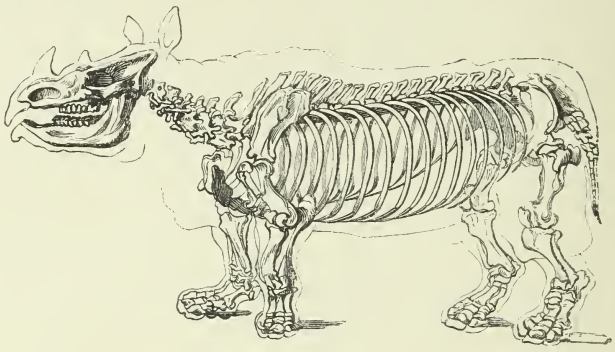


Fig. 370.
Atelodus tichorhinus. Nach einem vollständigen Skelette des Münchener Museums.

man wohlerhaltene Ueberreste mit den Mammuthen im sibirischen Eise eingefroren gefunden hat. Man pflegt wegen der vielen Arten, die sich schon im alten Europa fanden, und weil dieses Geschlecht jetzt gänzlich auf die alte Welt beschränkt erscheint, auch zu glauben, daß es ein specifisch altweltliches sei. Aber Amerika bewahrt nicht nur in seinen Erdschichten die ältesten Formen, sondern auch die meisten Seitenlinien des Nashorngeschlechts. Sehr merkwürdig ist darunter eine ebenfalls von Hyrachyus ausgehende Linie, zu welcher die eocäne Gattung Colonoceras und die miocäne Diceratherium gehörten, die sich dadurch auszeichneten, daß ihre Angehörigen zwei Hörner trugen, aber nicht hintereinander, wie bei den lebenden Nashörnern, sondern nebeneinander, wie es bei der sogleich zu erwähnenden Nebenlinie die Regel war.

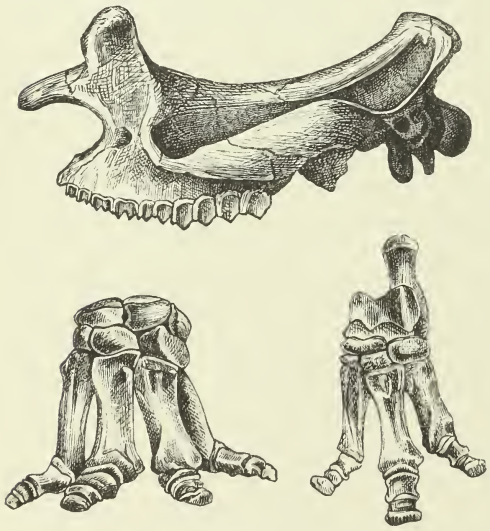


Fig. 371.
Brontotherium ingens Marsh. Schädel, linker Vorder- und Hinterfuß. Aus dem untern Miocän von Colorado.

Neben den eigentlichen Rhinocerontiden gab es in Amerika nämlich noch eine besondere, in den ältern Schichten Europas gar nicht vertretene Reihe von Unpaarzehern, die eine Mittelstellung zwischen ihnen und den Rüsselthieren

eingenommen zu haben scheint, vielleicht zu diesen hinüberleitete. In den untern Eocänschichten findet sich die Gattung Limnohyus, an die sich die schon unter den Tapiren aufgeführte Gattung Palaeosyops so anzuschließen scheint, daß man durch sie zu dem Diplacodon der obern Eocänschichten eine gerade Stammlinie zu gewahren glaubt. Die Aehnlichkeit der jüngern Glieder mit den Tapiren und Nashörnern darf uns nicht überraschen, da alle diese Thiere eines Stammes waren. Mit einem nur geringen Sprunge kann man als nächste Nachfolger der eben Genannten ein riesenhaftes Thiergeschlecht betrachten, welches in der Miocän-Periode eine bedeutende Rolle spielte, nämlich die Brontotheriden, so genannt nach dem am besten bekannten Vertreter, dem von Marsh Brontotherium ingens (Fig. 371) getauften Thiere. Diese sonderbaren Bestien, welche im Zahnbau und sonstigen Eigenthümlichkeiten den eocänen Tapir-Gattungen Palaeosyops und Diplacodon glichen, waren indessen viel größer und boten ungefähr den Anblick eines elephantengroßen Nashornes, mit etwas kürzeren Beinen. Auf der vordern Stirne des verlängerten nashornartigen Schädels trugen sie in der Augengegend, also dem mittleren Hornpaar der Dinoceraten entsprechend, zwei nebeneinander stehende, nach außen divergirende Stirnzapfen, die ohne Zweifel zwei ansehnlichen Hörnern als Unterlage gedient haben. Die Grundformel des Gebisses, von welcher je nach Gattung und Altersstufe einige leichte Abweichungen vorkommen, lautet:

$$\text{Vorderz.}\ \frac{2}{2};\ \text{Eckz.}\ \frac{1}{1};\ \text{Lückenz.}\ \frac{4}{3};\ \text{Backenz.}\ \frac{3}{3} \times 2 = 38.$$

Die Schneidezähne waren sehr klein und mitunter in der untern Kinnlade hinfällig; die Eckzähne mittelgroß, die Lücken- und Backenzähne gleichen mehr denen des Palaeotherium als denen des Rhinoceros. Die Füße waren dick und kurz, jedoch ihren wesentlichen Charakteren nach und trotz der vier Zehen der Vorderfüße, diejenigen wahrer Perissodactylen.

Cope, Marsh und Leidy haben eine ziemliche Anzahl von Arten und Gattungen dieser Thiere beschrieben, welche alle aus den miocänen Schichten im Osten des Felsengebirges, aus Dakota, Wyoming, Nebraska und Colorado stammen und sich namentlich durch Form und Richtung der Stirnzapfen unterscheiden. Sicher unterschieden sind die Gattungen Titanotherium Leidy (Menodus Pomel), Megacerops Leidy, Brontotherium Marsh und Dicnodon Cope. In den jüngereren Miocänschichten von Oregon erscheint ein verwandtes Genus, Chalicotherium, wie es scheint der letzte Abkömmling, mit welchem diese formenreiche Linie in Amerika ausstarb, wie denn auch kein Glied der dort ehemals so reich vertretenen Rhinocerosfamilie die Miocänzeit überlebt zu haben scheint. Merkwürdigerweise ist jenes jüngste Glied der Seitenlinie, das Chalicotherium, auch in China, Indien, Griechenland, Deutschland und Frankreich gefunden worden, also wohl mit andern amerikanischen Hufthieren, durch eine im Norden während der Miocänzeit vorhandene

Landbrücke nach Westen gewandert, wo es völlig fremd erschien. Aehnliche Bewandtniß scheint es auch mit dem neuerdings in vollkommenen Exemplaren gefundenen altweltlichen Elasmotherium zu haben, welches sich durch die knöcherne Scheidewand der Nase den Nashörnern anreiht, andererseits aber Aehnlichkeit mit den Pferden darbietet.

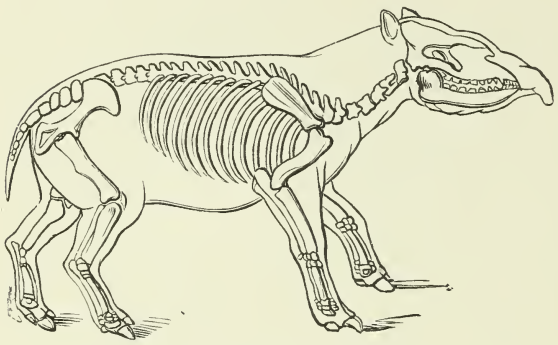


Fig. 372.
Palaeotherium magnum aus dem Gyps von Montmartre.

Zu dem Typus der tapirartigen Hufthiere zurückkehrend, begegnen wir in den eocänen Schichten Europas den Resten zahlreicher Vertreter eines Geschlechts, welche noch die Charaktere der Tapire, Rhinoceronten und Pferde vereinigt zeigten, und denen Cuvier den Namen der Altthiere (Palaeotherium) beigelegt hat. Es waren Pflanzenfresser, deren Nase anscheinend, wie bei den Tapiren rüsselförmig verlängert war, die aber an allen vier Füßen drei Zehen trugen, welche sämmtlich den Boden berührten, obwohl die mittlere entschieden am stärksten entwickelt war. Das Gebiß war viel vollständiger als dasjenige aller von ihm abzuleitenden Thiere. Es gab darunter kleine Arten, die kaum die Größe eines Hasen überragten, mittlere von Tapirgröße, und einzelne, wie das Palaeotherium magnum (Fig. 372) aus dem Ober-Eocän von Paris, welche die Größe eines Pferdes erreichten. Unsere eocäne Landschaft (Taf. III) zeigt einige dieser Thiere in Gesellschaft gleichaltriger Paarhufer.

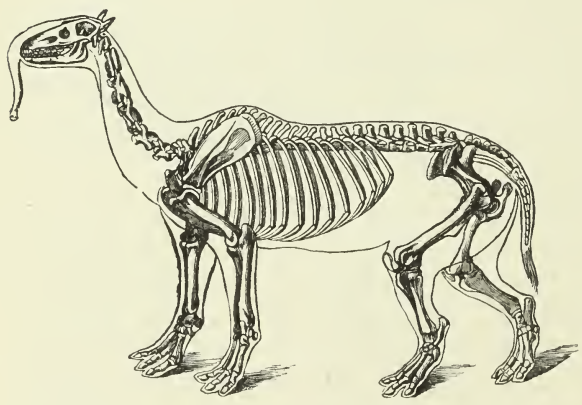


Fig. 373.
Restauration von Macrauchenia. Nach Burmeister.

Anscheinend gehören hierher auch die Reste eines dreizehigen Thieres von der Größe eines riesigen Lama's, die man im Pampasschlamm, den jüngsten

Schichten La Platas, gefunden hat. Wegen der langen schlanken Halswirbel, die sehr an diejenigen des Lama's erinnern, glaubte man ursprünglich eine Art Riesenlama in demselben zu erblicken, und legte ihm den Namen Macrauchenia (Fig. 373) bei. Aber die Fuß- und Zahnbildung erinnert viel entschiedener an die Paläotherien, und die Stellung der Nasenlöcher deutet nach Burmeister darauf hin, daß das Thier einen kleinen Rüssel besessen habe.

Wir gelangen nunmehr zu der letzten Familie der Unpaarhufer oder Perissodaktylen, zu den Equiden oder pferdeartigen Thieren, deren Abstammung von tapirartigen Thieren und Verwandtschaft mit den Nashörnern gewiß vielen Lesern unglaublich vorkommen wird. Wenn man nicht die unverkennbarsten Zwischenstufen besäße, würde man freilich nimmermehr auf eine so unerwartete Abstammung verfallen sein, und die Zoologen hatten denn auch die Pferde mit ihrer einfachen Zehe zu einer besonderen Familie für sich (Einhufer) erhoben, welche anscheinend mit den Unpaarhufern ebenso wenig zu schaffen hatte, als mit den Paarhufern. Allein in den ältesten miocänen Schichten Europa's fand man ein Thier, welches das Gebiß des Palaeotherium mit der hochbeinigeren Gestalt eines plumpen Pferdes vereinigte, bei dem aber von den drei Zehen die Seitenzehen einigermaßen zurückgebildet waren, so daß sie kaum noch den Boden berührt haben können. Lartet und de Blainville nannten es anfangs Palaeotherium equinum oder P. hippoides, welcher Name durch Hermann v. Meyer in Anchitherium umgewandelt wurde, den man mit Bezug auf die Uebergangsstellung zwischen tapir- und pferdeartigen Thieren mit Zwischenthier übersetzen kann.

Unsere Tafel XVII zeigt in verkleinerter Gestalt eine schöne Composition von F. Specht, welche auf Grund der von O. Fraas beschriebenen Funde von Steinheim in Württemberg einen Theil des reichen Thierlebens am Rande der dort befindlichen Seen und Sümpfe, in denen die früher (S. 236) beschriebene vielgestaltige Schnecke lebte, zur Miocän-Zeit darstellt. Wir sehen in der Mitte einen Mastodonten und das bereits sehr pferdeähnliche Zwischenthier von Orleans (Anchitherium aurelianense) neben welchem links zur Vergleichung das eigentlich der Eocän-Zeit angehörige Lophiodon dargestellt ist. Ganz vorn sehen wir ein Rudel der zierlichen miocänen Muntjaks (Dicrocerus elegans) auf der Flucht, während gegen den See eine Schaar schweineähnlicher Dickhäuter das Weite sucht. Rechts im Hintergrunde sind aus dem von Palmen überragten Dickicht ein paar Rhinoceronten hervorgetreten, die den tropischen Charakter der schwäbischen Landschaft aus dem Anfange der Miocän-Zeit weiter charakterisiren. Denn wenn wir die pferdeähnlichen Thiere in Abzug bringen, so leben die Nachkommen oder Verwandten der meisten Thiere unsres deutschen Landschaftsbildes heute im östlichen Asien, die Zwerghirsche auf den Gebirgen, die Dickhäuter auf Java und Sumatra.

An die Stelle des Anchitherium, dem F. Specht, wahrscheinlich mit

vollem Recht einen kleinen Rüssel und eine kurze Mähne gegeben hat, trat in die Pliocän-Periode ein in seinem zierlichen Gliederbau vollkommen ausgeprägtes, wenn auch kleines, zebraartiges Urpferd, das Hipparion (Fig. 374), dessen Reste namentlich zu Pikermi in Griechenland sehr massenhaft gefunden wurden. Es besaß bereits annähernd das Gebiß unsres Pferdes, aber wies noch, gleich dem Anchitherium, die beiden, mit kleinen Hufen versehenen, verkümmerten Seitenzehen auf. Schon hierbei im Auftreten nicht mehr den Boden berührend, verschwanden sie dann beim Pferde gänzlich, aber tauchen noch gelegentlich als Abnormität wieder auf, um die Zoologen an die Abstammung des Pferdes vom dreizehigen Urthier zu erinnern und zu beweisen, daß die Einhuferklasse nichts taugt.

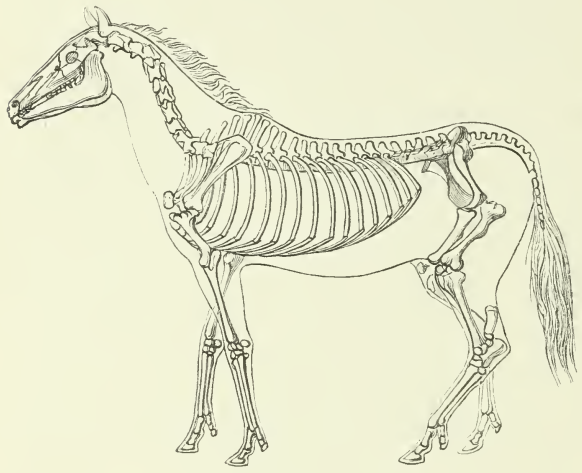


Fig. 374.
Hipparion gracile aus Pikermi bei Athen. Nach einem im Münchener Museum befindlichen Skelette restaurirt.

Auf Grund dieser Funde hatten mehrere ausgezeichnete Paläontologen wie Kowalewsky, Huxley u. A. schon längst die Abstammung des Pferdes von mehrzehigen Ahnen dargelegt, aber die wunderbarste Bestätigung ihrer Betrachtungen ist uns in neuerer Zeit von Amerika zugekommen, und wir müssen darauf etwas genauer eingehen, weil dieses Beispiel das lehrreichste für die neuere Auffassung des Lebens ist, was es geben kann. In Amerika, woselbst das Pferd bei Ankunft der Europäer vollkommen ausgestorben und unbekannt war, sind seine Verwandten in allen Epochen der Tertiärzeit so häufig gewesen, daß daselbst massenhafte Ueberreste dieser Thiere gefunden wurden, die eine vollständige, fast lückenlose Entwicklungsreihe darstellen, so daß man diesen Erdtheil als die eigentliche Heimath des Pferdegeschlechtes betrachten oder annehmen muß, daß eine parallele Entwicklung des Einhufers aus dreizehigen Stammformen in beiden Welttheilen stattgefunden haben muß, was nicht so ganz unwahrscheinlich ist, da nach der Erstarkung der Mittelzehe bei Thieren, welche ihre Füße nur zum Laufen gebrauchen, eine Tendenz eintreten mußte, die Seitenzehen allmählig ganz eingehen zu lassen. O. C. Marsh, der auf diesem Forschungsgebiete am erfolgreichsten thätig gewesen ist, hat allein gegen dreißig verschiedene Pferdearten aus den Tertiärschichten des

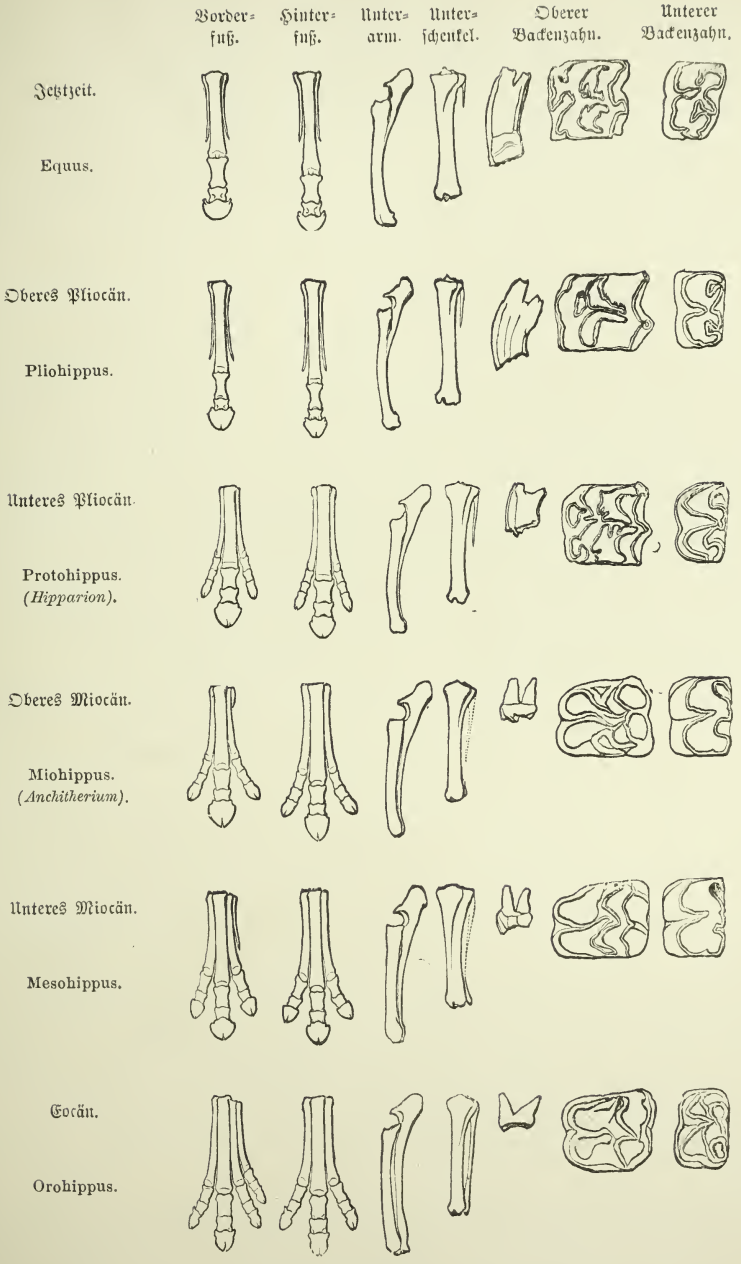


Fig. 375.
Die Genealogie der Pferde nach O. C. Marsh.

nordamerikanischen Westens an's Licht gezogen (Vergl. Fig. 375). Der, so weit jetzt bekannt, älteste Vertreter des Pferdegeschlechtes überhaupt ist Eohippus, ein kleines Thier der untern Eocänschichten. Es sind davon mehrere Arten gefunden worden, alle ungefähr von der Größe eines Fuchses. Gleich den meisten dieser alten Säuger, besaß Eohippus vierundvierzig Zähne (wie Coryphodon, dem das Urpferd ganz besonders nahe stand). Die Backzähne zeigen kurze Kronen und sind in der Form gänzlich verschieden von den Lückenzähnen. Waden- und Ellenbein waren noch vollständig und getrennt vorhanden, und der Vorderfuß besaß vier Zehen nebst dem Rudiment einer fünften (des Daumen), der Hinterfuß drei Zehen. In dem Baue seiner Vorderfüße und Zähne deutet Eohippus unverkennbar an, daß die direkte Ahnenlinie unsres Pferdes sich nur allmälig von derjenigen der übrigen Perissodaktylen getrennt hat. In der nächst höheren Gruppe der Eocänschichten tritt eine andere, Eohippus ersetzende Gattung (Orohippus) in Erscheinung und zeigt eine größere, wiewohl immer noch entfernte Aehnlichkeit mit dem Typus des modernen Pferdes. Die rudimentäre erste Zehe des Vorderfußes ist nun ganz geschwunden (so daß immer noch vier Zehen übrig bleiben) und der letzte Lückenzahn ist zur Reihe der Mahlzähne übergegangen. Orohippus war nur um Weniges größer als Eohippus und ihm in den meisten sonstigen Rücksichten sehr ähnlich. Mehrere Arten desselben sind in dem nämlichen Horizont mit Dinoceras gefunden worden und andere lebten, als die obern Eocänschichten abgelagert wurden, aber keine Art später.

Nahe der Basis des Miocäns finden wir eine dritte, eng verbundene Gattung, Mesohippus, welche ungefähr so groß wie ein Schaf war und dem Pferde wieder um einen Schritt näher stand. Bei ihm finden sich auch an den Vorderfüßen nur noch drei Zehen, nebst dem Knochenrest einer vierten (der fünften), am Hinterfuße drei. Jetzt sind schon zwei Lückenzähne den Backenzähnen gleich geworden. Das Ellenbein ist nicht länger unverschmolzen, noch das Wadenbein vollständig, auch andere Charaktere zeigen deutlich, daß die Umwandlung im besten Gange war. In den obern Miocänschichten fehlt Mesohippus, aber an seiner Stelle setzt eine vierte Form, Miohippus, die Reihe fort. Diese Gattung steht dem oben besprochenen europäischen Anchitherium nahe, bietet aber dennoch wesentliche Unterschiede von demselben. Die drei Zehen jedes Fußes sind noch annähernd von derselben Länge und auch ein (in der Figur nicht angedeutetes) Rudiment des fünften Mittelhand-Knochens ist noch übrig. Alle bekannten Arten dieser Gattung sind größer als diejenigen von Mesohippus und keine derselben findet sich über das Miocän hinaus.

Die Gattung Protohippus aus dem unteren Pliocän war noch mehr pferdeähnlich und einige ihrer Arten kamen dem Esel an Größe gleich. Immer sind noch drei Zehen an jedem Fuße erhalten, aber nur die mittelste von ihnen, welche dem alleinigen Gliede des „Einhufers" entspricht, berührte den

Boden. Diese Gattung stand dem europäischen Hipparion sehr nahe. In den Pliocänschichten begegnen wir ferner der letzten Station vor Erreichung des echten Pferdes, der Gattung Pliohippus, welche schon die kleinen Hufe abgeworfen hatte und auch in anderer Beziehung sehr pferdeähnlich war. Aber erst in den obersten Pliocänschichten tritt die Gattung Equus selbst auf den Schauplatz und schließt die Genealogie des Pferdes ab, welches in der posttertiären oder pleistocänen Periode über ganz Nord- und Südamerika dahin schwärmte und schon bald nachher daselbst ausstarb. Dies geschah lange vor Entdeckung der neuen Welt durch die Europäer und kein befriedigender Grund für dieses völlige Aussterben ist bisher gefunden worden. Wenn wir einen Blick auf die Tafel (Fig. 375) werfen, so sehen wir mit einem Blicke, wie sich diese Umwandlung vollzogen hat. Das Pferd kann in seinem gesammten Aufbau, als das Ideal einer lebenden Lokomotive, eines Laufmechanismus ohne Gleichen betrachtet werden. Die langen und schmiegsamen Beine sind so ausschließlich der schnellen und sicheren Fortbewegung angepaßt, daß sie außerdem wenig zu leisten vermögen, aber diese Beschränkung auf eine einzige Thätigkeit hat denn auch eine konstruktive Vollendung erreichen lassen, wie sie schwerlich höher getrieben werden könnte. Unterarm und Unterschenkel, die, wie bei allen ältesten Vierfüßlern, auch bei den ältesten Ahnen des Pferdes aus zwei gesonderten Knochen, dem Speichen- und Ellenbein einerseits und dem Schien- und Wadenbein andererseits, bestanden, sind allmählig einerseits durch Verschmelzung und andererseits durch Rückbildung zu einem einzigen Knochen geworden, und ebenso sind die dem ausschließlich zum Auftreten gebrauchten Fuße entbehrlichen Zehen, bis auf die mittelste durch die der Hauptdruck wirkte, und die nun mit fünffacher Kraft und Sicherheit auftritt, zurückgebildet werden. Wie man leicht ersieht, trat diese Verminderung zuerst an den hintern Gliedmaßen auf, und es scheint dies ein bei der Zehenverminderung allgemeines Gesetz zu sein, so daß viele Thiere an den Vorderfüßen eine Zehe mehr, als an den Hinterfüßen haben. Hervorzuheben bleibt dabei ferner die Beobachtung Kowalewsky's, daß die an die Mittelfußknochen der dreizehigen Ahnen des Pferdes stoßenden seitlichen Knochen der Fußwurzel, nicht mit den entsprechenden Zehen verschwanden, sondern mit dem Fußwurzelknochen der mittleren Zehe verschmolzen, wodurch eine mechanisch vollkommenere und widerstandsfähigere (adaptive) Verbindung der Fußwurzel mit dem Mittelfuße erzielt wurde.

Eine ebenso deutliche und in ihrer Richtung klar verständliche Entwicklungsfolge bieten die Zähne der vorweltlichen Pferdearten. Ihre Länge und ihr Schmelzleistenbau hat sich mit der Zeit dahin verbessert, daß sie immer vollkommner die Aufgabe erfüllten, einem so lebendigen und der Kraftentfaltung bedürftigen Organismus die nöthige Nahrung zu verschaffen. Sie haben dafür einen Backenzahn eingebüßt; denn noch das Hipparion besaß, wie alle älteren Pferde, sieben Backenzähne, aber der fehlende erscheint

noch jetzt häufig, namentlich im Oberkiefer zwischen den Lücken- und eigentlichen Backenzähnen bestimmter Racen, z. B. der isländischen, wie Nehring gezeigt hat, und wird Wolfszahn genannt. In Bezug auf das Gehirn hat Marsh nachweisen können, daß bei den Pferden, wie bei den Nashörnern und Elephanten, eine stetige Erweiterung der Gehirnhöhlung seit der Eocänzeit stattgefunden hat, so daß auch in dieser Richtung Eohippus, Orohippus, Mesohippus, Miohippus und Pliohippus bis zum Equus eine regelmäßige Reihe bilden, in der das Gehirn in einem bedeutend stärkeren Verhältnisse, als der Körper, an Größe zugenommen hat.

Noch weitere Uebergangsglieder sind in neuerer Zeit von Rütimeyer und Forsyth-Major bei europäischen Pferden der Quartärzeit nachgewiesen worden, und namentlich hat der Letztere gezeigt, daß bei dem unmittelbaren Vorgänger unserer Pferde, dem quartären Equus Stenonis die Verschmelzung der Hand- und Fußwurzelknochen noch nicht soweit vorgeschritten war, wie bei den ersteren, ein lehrreiches Beispiel dafür, daß man die quartären Säugethiere, wenn sie den heute lebenden auch noch so ähnlich sind, doch nicht für völlig identisch mit denselben halten darf. So haben wir die Entwicklung des Pferdes aus ihm höchst unähnlichen, tapirähnlichen, fünfzehigen Urthieren in einer fast lückenlosen Reihe verfolgen können; wie es eben nur bei einem Geschlechte möglich war und erwartet werden konnte, dessen Arten während einer sehr langen Epoche beständig in großen Schwärmen vorhanden waren, und vermöge ihrer Geschwindigkeit ungeheure Länderstrecken bevölkern konnten. Aber ein solches Beispiel genügt, um die Herrschaft des Gesetzes darzuthun, und uns eine Ahnung zu erwecken, wie andere Thiergattungen in entsprechender Weise sich langsam von verwandten Formen abgezweigt und schließlich zu völlig isolirten Typen geworden sind.

Wir wenden uns nunmehr zu der Betrachtung der zweiten Abtheilung der Hufthiere, bei denen nicht die mittelste Zehe durch vermehrte Inanspruchnahme erstarkt ist, sondern die dritte und vierte Zehe gleichmäßig entwickelt sind, und gemeinsam die Last des Körpers tragen, weshalb sie Paarzeher (Artiodactyla) genannt werden. Fragt man, durch welche äußere Ursachen diese verschiedenartige Inanspruchnahme der Zehen erfolgt ist, so giebt uns Cope die Antwort, daß wahrscheinlich die Verschiedenheit des Terrains und der Lebensweise hierzu die erste Veranlassung gegeben haben. Diejenigen Hufthiere, die sich früher der reinen Pflanzennahrung zuwendeten, und deshalb größere Steppen und Ebenen zum Aufenthalte wählten, neigten dazu, die mittlere Zehe auszubilden, die dem Fuße auf festem Boden einen sichern Halt giebt, und durch den überwiegenden Gebrauch erstarkte, worauf die Nothwendigkeit einer weitern Umschau und schnelleren Bewegung zur Flucht vor den Raubthieren, ihnen höhere und straffer gebaute Füße verschaffte, die alle überflüssigen Theile abwarfen, bis das Ideal des Laufffußes entstand, welches wir beim Pferde bewundern. Andrerseits sieht man bei

jedem, auf einem durchweichten Boden wandelnden mehrzehigen Thiere, daß der mechanische Effekt des Körpergewichtes dahin führt, die Zehen gleichmäßig von der Mittellinie nach beiden Seiten hinwegzudrücken. Darnach kann man annehmen, daß alle diejenigen Abkömmlinge des fünfzehigen Urtypus der Hufthiere, welche aus irgend einem Grunde (z. B. wegen einer ausgesprochenen Vorliebe für eine gemischte Nahrung) vorgezogen hatten, in den Sümpfen

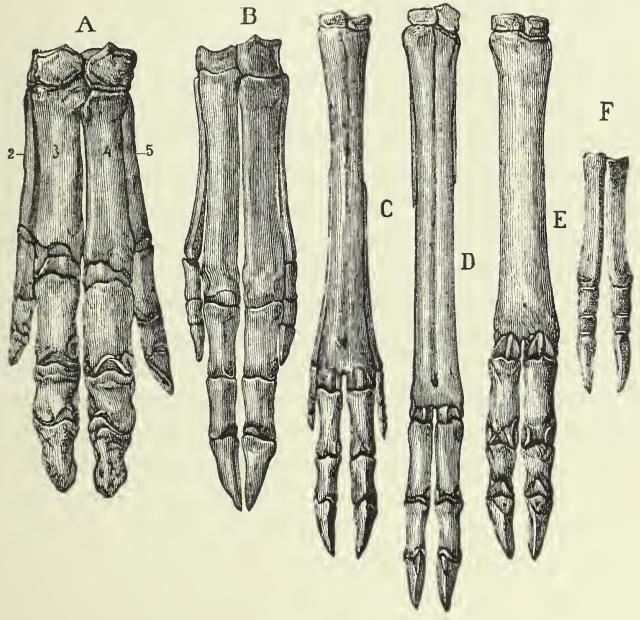


Fig. 376.
Zurückbildung der Seitenzehen und Verschmelzung der Mittelfußknochen an den Vordergliedmaßen der Paarzeher. (Nach Gaudry.)
A Schwein, 1/3. B Hirschschwein (Hyaemoschus), 3/4. C Reh, 2/3. D Steinbock-Antilope (Calotragus), 2/3. E Schaf, 1/3. F Rinder-Fötus, 1/1. 2, 3, 4, 5 Mittelfuß-Knochen.

zu bleiben, die Ahnen des artiodaktylen Typus geworden sind, z. B. die schweinartigen Thiere, welche vier Zehen an jedem Fuß besitzen (vergl. Fig. 376 A), deren mittlere Beiden gleich stark entwickelt sind, und eine primitive Form des Spaltfußes darstellen. Zur Stütze seiner Hypothese macht Cope darauf aufmerksam, daß auch bei mehreren Unpaarhufern mit ausgesprochener Neigung zum Sumpfleben, wie bei den Tapiren, die Vorderfüße noch immer vier Zehen behalten haben, während die beim Laufen und Springen stärker in Anspruch genommenen Hinterbeine dreizehig geworden sind.

An den Füßen der Paarzeher beobachten wir eine ähnliche allmälige Zurückbildung der nicht mehr in Anspruch genommenen Seitenzehen, bis zum

vollständigen Verschwinden derselben, wie bei den Unpaarhufern, nur daß hier statt einer, die beiden mittleren Zehen erhalten bleiben. Wir sehen die zweite und fünfte Zehe bei den Schweinen (Fig. 376 A), die darin dem Grundtypus nahe geblieben sind, noch ziemlich kräftig erhalten; bei den Moschusthieren (B), die den Uebergang zu den Wiederkäuern bilden, sind sie bereits mehr reducirt; beim Reh (C) sind sie nur noch in rudimentärer Gestalt erhalten, und die zu ihnen gehörigen Mittelhandknochen bereits theilweise geschwunden; bei der Steinbock-Antilope, dem Schaf und Rind (D E F) sind die Seitenzehen ganz geschwunden und von den Mittelhandknochen nur noch bei der Antilope deutlichere Spuren erhalten. Auch hier fand Kowalewsky jenes schon bei den Pferden erwähnte merkwürdige Verhalten der Fußwurzelknochen, die zu den in Rückbildung befindlichen Zehen gehören und nur bei einigen Paarzeher-Linien mit den entsprechenden Zehen spurlos verloren gegangen sind, bei den andern dem Fuße erhalten bleiben, indem sie mit den entsprechenden Wurzelknochen der mittleren Zehen verwachsen und dieselben verstärken helfen. Höchst lehrreich für die Lehre vom „Ueberleben des Passendsten" ist nun der von Kowalewsky geführte Nachweis, daß diejenigen alten Paarzeher-Linien, bei denen die Fußwurzelknochen der Seitenzehen mit diesen verschwanden, ohne sich in den Dienst der Mittelzehen zu stellen, ausgestorben sind, während bei allen fortlebenden Arten die beiden außer Gebrauch gesetzten Seitenzehen ihren Knochen-Antheil an der Handwurzel auf die beiden Hauptzehen vererbt und dadurch deren Erstarkung gefördert haben. Kowalewsky nannte hiernach die ersteren Formen nicht angepaßte (inadaptive) und die letzteren sich anpassende (adaptive) Formen.

Ein weiterer Fortbildungsprozeß in den Lauffüßen ist dem der Pferde analog. Wir sahen (S. 527), daß dort die beiden Knochen des Unterarms und Unterschenkels theils durch Verschmelzung und theils durch Rückbildung des Ellen- und Wadenbeins auf den einzigen Hauptknochen reducirt wurden. Ein ähnlicher Vorgang findet nun auch bei den Paarzehern statt, und eine weitere Vereinfachung des Knochenbaus der Glieder tritt dadurch ein, daß die beiden nach vollendeter Entwicklung allein übrig gebliebenen Mittelfußknochen der dritten und vierten Zehe in den höhern Abtheilungen mit einander verschmelzen, und einen einfachen Knochen, das sogenannte Kanonenbein bilden. Bei dem Reh und der Steinbock-Antilope (C D) erkennt man noch an der bleibenden Mittelfurche die Entstehung aus zwei Knochen, aber beim Rind und Schaf (E) sieht der Knochen wie ein einfacher aus, obwohl im Rinderfötus (F) seine beiden Hälften noch getrennt nebeneinander liegen. Damit geht eine Verlängerung und ein Schlankerwerden der adaptiven Fußformen, um den erstarkenden Raubthieren besser entfliehen zu können, Hand in Hand, und ebenso erlangte das Sprunggelenk, die Verbindung des Unterschenkels mit der Fußwurzel immer vollkommnere Formen, und dies gilt nicht blos für die Hufthiere, sondern für die meisten höheren Säugethiere.

Auch traten die älteren Placenta-Thiere aller Ordnungen sämmtlich mit voller Sohle auf, wie es heute unter den Hufthieren nur noch die Elephanten, und unter den Raubthieren die Bären thun, bei den andern erhob sich allmälig die Sohle und nur die Zehen berührten noch den Boden. Alle diese Veränderungen gehen also, wie wir sehen, in den verschiedenen Reihen der Hufthiere, und zum Theil auch bei den andern Säugethieren mit einer gewissen Gleichmäßigkeit vor sich, die uns zeigt, daß der mechanische Prozeß der Anpassung in vieler Beziehung ähnliche Ergebnisse in den verschiedensten Thierreihen hervorbrachte.

Auch in der Fortbildung des Gebisses zeigt sich dieselbe Gleichmäßigkeit. Bei den ältesten Placenta-Thieren finden sich regelmäßig Zähne mit drei Höckern, weshalb sie Cope als Höckerzahnthiere (Bunotherien S. 497) alle mit einander vereinigen wollte. Erst später entwickelte sich der vierte hintere Höcker, worauf dann in den Backenzähnen das schon besprochene W-Muster entstand. Man theilt die Paarhufer nach der Beschaffenheit ihrer Backenzähne, nach Kowalewskys Vorgange, am besten in zwei Hauptreihen, die der Bunodonten oder Höckerzähnigen (Fig. 377 A) und die der Selenodonten oder Sichelzähnigen (B). Die Bunodonten umfassen die pflanzliche und thierische Nahrung zu sich nehmenden, und daher den ältesten Insektenfressern und Raubthieren noch näherstehenden schweineartigen Thiere, die Selenodonten dagegen die rein auf pflanzliche Nahrung beschränkten Wiederkäuer.

Fig. 377.
Hintere Backenzähne der linken obern Kinnlade: A Höckerzahn von Palaeochoerus typus. B Sichelzahn von Xiphodon gracile. Beide in natürlicher Größe.

Wir beginnen mit den schweineartigen Thieren oder Suiden, die, wie schon hieraus hervorgeht, dem allgemeinen Grundtypus näher geblieben sind. Sie zeichnen sich im wilden Zustande durch einen auffallend langen Kopf aus, an dessen Bildung das Wühlen mit der Schnauze in der Erde und die Zerrung der Muskeln beim Nahrungserwerb, den offenbarsten Antheil haben, denn beim Hausschwein, welches seine Nahrung gereicht erhält, vermindert sich diese Eigenthümlichkeit eben so schnell wie beim Pferde und Hunde, wo sie ebenfalls im wilden Zustande merkbar ist. Das Gebiß der ältesten Schweine und schweineartigen Wiederkäuer nähert sich durch seine Vollzähligkeit sehr dem der ältesten Placenta-Thiere überhaupt. Es sind, wie beim Coryphodon jederseits und oben wie unten drei Schneidezähne, ein Eckzahn, der später zuweilen hauerartig auswuchs, vier Lückenzähne und drei Backenzähne vorhanden, während sich das Gebiß der jüngern Schweine durch den Verlust von vier Lückenzähnen unterscheidet. Die unten fast wagerecht stehenden Schneidezähne erinnern an das zum Abrupfen der Gräser geeignete Gebiß eines Pflanzenfressers, die höckrigen Backenzähne (Fig. 377 A) eher an dasjenige eines Fleischfressers, wodurch also das Gebiß eines von ge-

mischter Nahrung lebenden Thieres, eines Allesfressers zusammengesetzt wird. Der soweit bekannt älteste entschiedene Paarhufer (Eohyus) kommt in den Coryphodonlagern von Neumexico vor, ein Thier von deutlichem Schweinecharakter, aber im Uebrigen dem Coryphodon vielfach ähnlich. Es war, wie sein Nachfolger Helohyus, ein vierzehiges Thier, bei dem auch noch die Seitenzehen in Gebrauch waren. Ihm folgen in den untern Miocänschichten Perchoerus und Elotherium, Thiere, bei denen, wie bei den meisten lebenden Schweinen, nur noch die beiden Mittelzehen in Gebrauch, die beiden äußern dagegen rudimentär geworden waren, und von denen einige die Größe der Flußpferde und Nashörner erreichten. In den obern Miocänschichten von Oregon sind Schweinereste sehr häufig und fast alle gehören zu der Gattung Thinohyus, welche bereits dem jetzt lebenden amerikanischen Nabelschwein oder Pekari (Dicotyles) ziemlich nahe stand, indessen sowohl durch größere Zahnzahl, wie durch andere Merkmale sich unterschied. Die Abstammungsreihe der amerikanischen Schweine würde deutlicher sein, wenn nicht in Folge einer großen Anzahl von Nebenformen, deren Knochen mit denen der Haupt-Reihe gemischt vorkommen, die Verfolgung der graden Linie zu den heute lebenden Pekaris einigermaßen erschwert würde. In jedem lebenskräftigen Urtypus, sagt Marsh, welcher geeignet war, mannigfache geologische Umwälzungen zu überleben, scheint eine Tendenz hervorzutreten, Seitenzweige zu treiben, welche sich hoch specialisiren und bald aussterben, weil sie sich unfähig erweisen, sich neuen Verhältnissen anzupassen. Der engere Pfad des ausdauernden Schweine-Typus ist durch die ganze Tertiärformation hindurch mit den Ueberbleibseln solcher emporstrebenden Schößlinge bestreut, während das typische Schwein mit einer niemals verleugneten Dickfelligkeit in dem Wirrsal der Umwälzungen und Entwickelungen ausgedauert hat und noch heutigen Tages in Amerika lebt. In den unteren Eocänschichten tritt bereits mit Parahyus einer dieser specialisirten Nebenschößlinge auf. Dieses Thier war größer als die Arten der Hauptlinie, hatte aber kürzere Beine und ein reducirtes Gebiß. In den pleistocänen Schichten starben die letzten dieser Nebenreihen aus, und die späteren amerikanischen Schweine waren, wie die jetzt existirenden Formen, lauter echte Pekaris. Von ihnen, die in mannigfachen und zum Theil größeren Formen vorhanden waren, haben gerade die unscheinbarsten unsere Zeit erlebt. Es ist nicht ohne bedeutendes Interesse, zu constatiren, daß man bis jetzt auf dem amerikanischen Continent keine sicheren Spuren von den altweltlichen Schweinen entdeckt hat. Wie schon Dichobune, so fehlen auch alle Verwandten des echten Schweins (Sus), des Hirschebers (Porcus), des Warzenschweins (Phacochoerus) und des sich anschließenden Flußpferdes (Hippopotamus) dort, wenn auch einzelne unsichere Funde auf sie gedeutet worden sind.

Die Reihe der europäischen Schweine wird in den obern Eocänschichten durch die nach ihren doppelhöckrigen Zähnen benannte Gattung Dichobune eröffnet, hasengroße Thiere, die dem Helohyus Amerika's nicht fern standen.

Ihr folgen bald hernach die eocänen und miocänen Flußschweine (Hyopotamus und Choeropotamus), deren Sippschaft aber ausstarb, weil ihre Füße unadaptiv umgebildet wurden (vergl. S. 530) und das Altschwein (Palaeochoerus), dessen Backenzahn oben als Beispiel der Bunodontenzähne (Fig. 377 A) abgebildet wurde und bei dem noch alle vier Zehen den Boden berührten, wie sie es heute nur noch beim Flußpferd thun. Dem Altschwein, welches noch einige Aehnlichkeiten mit den amerikanischen Schweinen darbietet, schließt sich fast unmittelbar das miocäne europäische Urschwein (Hyotherium) an, dem sich schon im mittleren und obern Miocän unverkennbare Sus-Arten (S. Lockarti, choeroides, major, palaeochoerus, erymanthius und antiquus) anreihen und die durch S. provincialis und arverensis der Pliocänschichten unmerklich in unser Sus scropha überführen. Die heute so isolirt erscheinenden Seitenzweige der Warzenschweine (Phacochoerus) und der Nilpferde (Hippopotamus) lassen sich durch neuerlich in Afrika und in Indien gefundene fossile Zwischenformen leicht von den typischen altweltlichen Schweinen herleiten. Bei den Flußschweinen, die anscheinend nicht nur niemals den sumpfigen Boden verlassen, sondern sich gradezu dem Wasserleben angepaßt haben, ist daher auch keine Verminderung der Zehenzahl eingetreten und der Fuß gleicht dem der ältesten Suiden; auch das Gebiß mit immer wachsenden Zähnen hat sehr alterthümliche Züge bewahrt. Umgekehrt sind unter den lebenden Suiden die amerikanischen Nabelschweine (Pekaris) in der Zehenreduktion am meisten vorgeschritten und die behendesten Renner.

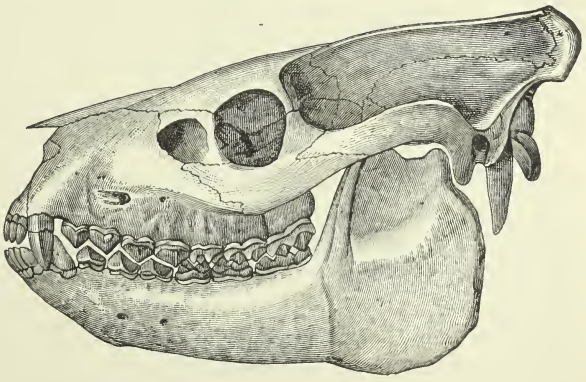


Fig. 378.
Schädel von Oreodon Culbertsoni nach Leidy. 2/5 der natürlichen Größe. Aus dem Miocän von Nebraska.

Von den Schweinen zu den Wiederkäuern oder Selenodonten scheint heute ein großer Schritt zu sein, und man kann kaum zwei Gruppen finden, die vollkommner geschieden erscheinen, wie diese beiden. Allein in der Vorwelt gab es nicht wenige Gattungen, die man kaum mit Sicherheit zu einer der beiden Gruppen stellen könnte. In den obern Eocänschichten Amerikas tritt mit der Gattung Agriochoerus eine interessante Familie auf den Schauplatz, die sich von allen lebenden Paarhufern deutlich absondert und von Leidy den Namen der Oreodonten erhalten hat. Ihre Angehörigen haben zur Miocänzeit allem Anscheine nach heerdenweise an den Ufern der dortigen

Seebecken geweidet und dieselbe Rolle gespielt, welche jetzt eben dort der Gabelbock, in Afrika die Antilope und in Mittelasien Schafrassen spielen. In beinahe allen Einzelheiten ihres Baues hielten sie die Mitte zwischen Wiederkäuern und Schweinen und haben in Gemeinschaft mehrerer Formen der alten Welt vollkommen die Barrière umgerissen, welche die Zoologen zwischen diesen beiden Abtheilungen errichtet hatten, weil ihnen ehemals der Blick auf die Vorwelt fehlte. Die typischen Gattungen dieser „wiederkäuenden Schweine", wie sie Leidy genannt hat, sind Oreodon und Eporeodon, die Arten der ersteren (Fig. 378) von der Größe eines Pekari, die der letzteren etwa doppelt so groß. Diese Thiere besaßen 44 Zähne und vier Zehen an

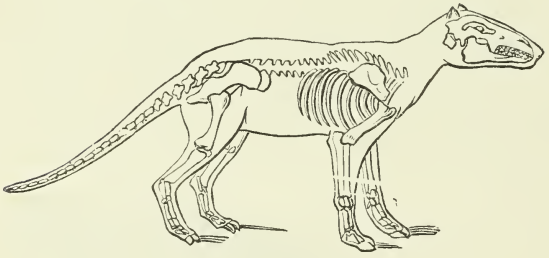


Fig. 379.
Anoplotherium commune. Aus dem eocänen Gyps von Montmartre.

Fig. 380.
Hinterfuß von Anoplotherium.

jedem Fuße. Sie dauerten die ganze Miocän-Periode hindurch aus, wurden im Pliocän durch die Gattungen Merychyus und Merychoerus ersetzt, und erloschen im Pliocän vollständig. Bei ihnen läßt sich wie bei den Pferden eine schrittweise Modifikation ihrer Charaktere, welche genau ihrer chronologischen Stellung entspicht, verfolgen und zwar ohne Unterbrechung von den ältesten mehr verallgemeinerten Formen bis zu den jüngsten mehr spezialisirten. Die Oreodonten gehören somit gleich den Pferden und den meisten Hufthieren zu den „Paradepferden" der Descendenz-Theorie.

An die erwähnten unentschiedenen Formen schließt sich auch der europäische Zeitgenosse des Agriochoerus, das bereits von Cuvier beschriebene Anoplotherium (Fig. 379 und 380) des Pariser Beckens, welches freilich den Dickhäutern, besonders Dichobune, noch sehr nahe steht. Es hat seinen Namen von der Waffenlosigkeit seines Gebisses erhalten, in welchem alle 44 Zähne gleiche Länge besaßen, und die Eckzähne nicht hervortraten, wie dies bei seinem eben erwähnten Zeitgenossen Dichobune, dem Ahnen der altweltlichen Schweine allerdings geschah. Die Anoplotherien, welche zu den inadaptiven Formen gehörten, und daher früh ausgestorben sind (vergl. S. 530) deuteten in dem Zurücktreten des Eckzahns in ihrem reichen Gebisse schon in der Eocän-Zeit

an, daß aus ihrer Verwandtschaft eine friedliche Heerde scheuer und sanftmüthiger, leicht zähmbarer Pflanzenfresser hervorgehen werde, die noch mehr als die Suiden, die Jagd- und Hausthiere des Menschen geworden sind, und zum Theil die größte Rückwirkung auf die Erziehung des Menschengeschlechts geäußert haben.

Die Selenodonten oder Wiederkäuer sind selbst in ihren älteren lebenden Formen den höckerzähnigen Paarzehern so unähnlich, daß wir über die Verwandtschaft in ähnliche Zweifel gerathen würden, wie hinsichtlich des Verhältnisses der tapirartigen Paläotherien zum Pferde in dem vorhin geschilderten Bruderstamm. Allein in ähnlicher Weise, wie dort das Anchitherium, so übernehmen hier einige ältere und jüngere altweltliche eocäne Formen die Vermittlung, nämlich der Degenzahn (Xiphodon Fig. 381) und das Cainotherium, besonders aber die dem untersten Miocän angehörige, in Frankreich sehr häufig gefundene Gattung Gelocus. Es waren kleinere und größere, aber sämmtlich schlankgebaute Thiere, deren Gebiß zwischen denen der Allesfresser und Wiederkäuer in der Mitte steht, oder bereits entschieden die Eigenthümlichkeiten der Letzteren zeigt. Als den ältesten bisher bekannten Wiederkäuer muß man Gelocus betrachten, dessen Fuß eine adaptive Zehen-Reduktion zeigt, und dessen Nachkommen leicht die Nachkommen des Xiphodon und seiner nähern Verwandten, bei denen dies nicht der Fall war, aus dem Felde geschlagen haben werden. Die Eigenthümlichkeit der Wiederkäuer und ihr Vorzug vor den suidenartigen Omnivoren bestand in der Ausbildung einer Art von Vorrath- oder Reisemagen, durch den sie, in Zusammenhang mit ihren behenderen Füßen, jenen ehemals in großer Ueberzahl vorhandenen Thieren buchstäblich den Rang abliefen. Denn während jene, um sich zu sättigen, die Nahrung kauen mußten, ehe sie dieselbe verschlingen konnten, reißen die Wiederkäuer vermittelst ihrer verlängerten Zunge das Gras in großen Bündeln ab, und schicken es unverweilt in den Pansen, oder Vormagen, den sie somit schnell füllen können, um dann das Futter bei gelegenerer Zeit, im sicheren Versteck

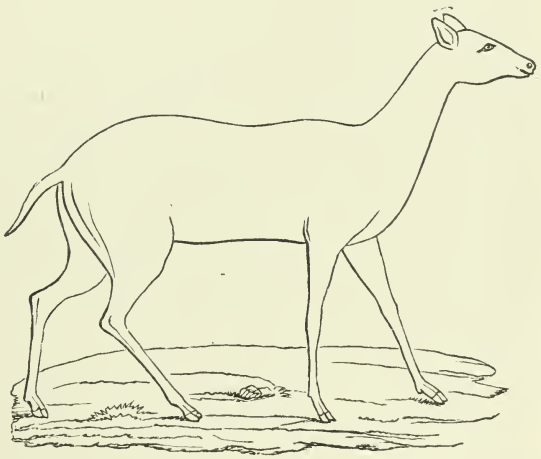


Fig. 381.
Restauration von Xiphodon gracile.

emporzuholen und zu zerkauen. Wenn es somit nur einzelne Stunden am Tage oder in der Nacht gab, an denen diese Thiere, ohne von Feinden angegriffen zu werden, weiden konnten, so war dies ausreichend für sie, während die Allesfresser einer viel längeren Weidezeit bedürfen. Dazu kommt noch, wie Kowalewsky bemerkt hat, daß sich die Wiederkäuer in Folge der Aufnahme großer Nahrungsmengen, mit der allerschlechtesten Kost, wie sie überall vorkömmt, begnügen konnten, während die omnivoren Thiere auf bessere Nahrung angewiesen sind und daher in Zeiten großen Mangels unterliegen mußten.

Natürlich können wir die Ausbildung des Wiederkäuermagens, (der durch eine Einschnürung in zwei Hauptabschnitte, einen vorbereitenden und einen vollendenden getheilt ist, die sich dann wieder in je zwei Abtheilungen theilen), an den fossilen Resten nur in soweit verfolgen, als dieselbe mit gewissen Umbildungen des Gebisses in Wechselwirkung steht. Hierher gehört zunächst die Umbildung der Höckerzähne in eigentliche Mahlzähne mit sichelförmigen Schmelzschneiden, und die entsprechende Bildung des Kaugelenks. Da die Vorderzähne und Eckzähne der Mahlbewegung einigermaßen im Wege sind, so sind die obern Vorderzähne meist gänzlich und die Eckzähne in der Mehrzahl der Fälle verloren gegangen, nur die Schwielensohler haben noch einige oberen Vorderzähne behalten. Sie sind auch in der Bildung des Magens den ältesten Wiederkäuern, den Traguliden und Moschusthieren ähnlich geblieben, bei denen sich zwar, wie bei den übrigen Wiederkäuern der Vormagen, in den Pansen und die Haube, welche letztere die Portionen zum Wiederkäuen abmißt, nicht aber der eigentliche Magen in zwei Abtheilungen (Buchmagen und Labmagen) gesondert hat.

Wir müssen daher alle diese Thiere als anfangende Wiederkäuer betrachten, und unter ihnen scheinen die Schwielensohler (Tylopoda) zu denen die Lamas und Kamele gehören, einem frühen Seitenzweig entsprungen zu sein, denn sie theilen mit den Moschusthieren den dreifächerigen Magen und die Hornlosigkeit, deuten aber durch den Besitz von Vorderzähnen auf eine noch ältere Abzweigung vom Hauptstamme. Obwohl wir Kamel und Dromedar als specifisch altweltliche Typen zu betrachten pflegen, läßt sich diese Familie doch nur in Amerika bis in ältere Tertiärschichten zurückverfolgen. In den ältesten nordamerikanischen Miocän-Schichten finden sich in dem Poebrotherium genannten Thiere und einigen nahe verwandten Formen unverkennbar Andeutungen, daß der Kamel-Typus sich damals bereits von dem der übrigen Wiederkäuer gesondert hatte, obgleich sich bei ihnen noch eine vollständige Reihe von Vorderzähnen fand und die Mittelfußknochen noch getrennt waren. Im amerikanischen Pliocän war die Familie der Kamele nächst derjenigen der Pferde die stärkst vertretene unter den größeren Säugern. Die Linie wurde außer durch die Gattung Procamelus damals vielleicht noch durch andere Formen fortgeführt, und bei ihnen beginnen die bis dahin der

Zahl nach noch vollständigen obern Vorderzähne sich zu vermindern und die Mittelfußknochen sich mit einander zu vereinigen. In den Pleistocän-Schichten ist die Gattung Auchenia bereits durch mehrere echte Arten (Pliauchenia) in Nord- und Südamerika vertreten, woselbst nur die Alpaccas und Lamas ihre Verwandten überlebt haben. Von dem Ende der Eocän-Zeit an — denn das eocäne Parameryx, ein Vorgänger des Poebrotherium zeigt bereits gewisse Eigenheiten der Schwielensohler — bis in die jüngsten Erdepochen ist mithin Amerika die Heimath einer formenreichen Reihe kamelartiger Thiere gewesen, und es kann kaum ein Zweifel darüber bleiben, daß sie auch dort entstanden und erst von da nach der alten Welt herübergewandert sind. Die Verwandtschaft heute räumlich so weit getrennter Thiere, wie der Lamas und Kamele erklärt sich so durch die Forschung in den Archiven der Vorzeit; die alte und die neue Welt konnten in früheren Epochen der Tertiärzeit ihre Landthiere mit einander austauschen, da im Norden eine Landbrücke zwischen Asien und Amerika existirte, die erst nach der Miocänzeit durch die Behringsstraße durchbrochen wurde, und darum sind nur die ältesten Placenta-Thiere hüben und drüben näher verwandt.

Was nun den einfachen oder doppelten Höcker betrifft, wodurch der Rücken der Kamele so sehr verunziert wird, so hat Lombroso ziemlich wahrscheinlich zu machen gewußt, daß derselbe nur eine durch das Jahrtausende hindurch fortgesetzte Lasttragen erzeugte Anomalität ist, und daß bei gewerbsmäßigen Lastträgern, die in Genua Camallo heißen, bei einem ansehnlichen Procentsatz ein ähnliches Fettpolster sich an der Stelle, wo die Last aufliegt mit Verstärkung der Dornfortsätze des Rückgrats bildet, die sogar bei ihnen einen bestimmten Namen hat. In der That zeigt der Embryo des Kameles keine Spur dieser Höckerbildung, und dieselbe verliert sich ebensowohl bei den mitunter verwildert gefundenen Kamelen, als bei den sogenannten Laufkamelen (Maharis) der Araber, die niemals zum Lasttragen benützt werden. Die einfachen und doppelten Höcker der Kamele und Dromedare seien daher als uralte Züchtungsprodukte der Menschheit zu betrachten und mit den Knieschwielen desselben Thieres, die sich ebenfalls bei den Laufkamelen verlieren, auf eine Linie zu stellen.

Wir kehren nach dieser, einem alten Seitenzweige der Wiederkäuer gewidmeten Abschweifung wieder zu den Zwergmoschusthieren (Traguliden) und eigentlichen Moschusthieren (Moschiden) zurück, weil sie die meisten Züge jener der Hauptlinie angehörigen, späteocänen und frühmiocänen Wiederkäuer (Hyaemoschus, Amphitragulus, Gelocus u. A.) bis in unsre Tage bewahrt haben. Unter ihnen stehen die von der Miocän-Zeit bis heute am Leben gebliebenen Moschusschweine (Hyaemoschus) oder Schweinehirsche in der Fußbildung (Fig. 376 B) und andern Merkmalen den damaligen Flußschweinen (Hyopotamus S. 533) außerordentlich nahe. Diese Thiere, bei denen eine Verschmelzung der Mittelfußknochen zum Kanonenbein,

wie bei den höhern Wiederkäuern noch nicht eingetreten war, besaßen daher auch nicht die Schnelligkeit der Hirsche und Gazellen und ihre Ausdauer im Laufen. Dagegen begann bei der frühmiocänen Gattung Gelocus bereits die Verschmelzung des dritten und vierten Mittelfußknochens, während von dem rudimentären zweiten und fünften Mittelfußknochen sowohl untere an die Afterzehen anschließende Reste, wie beim Reh (Fig. 376 C) und der großen Ueberzahl aller amerikanischen Hirsche, als auch obere Reste, wie bei den Antilopen (Fig. 376 D), und allen altweltlichen Hirschen mit Ausnahme der circumpolaren Renthiere und Elche vorhanden waren. Die drei Hauptlinien der Antilopen, der alt- und der neuweltlichen Hirsche finden sich, was die Fußbildung anbetrifft, im Gelocus, dessen Name Erdthier bedeutet, noch vereint. Bei Amphitragulus und Dremotherium (Untermiocän) die ebenfalls noch zu den hornlosen Uebergangsformen zwischen Suiden und echten Wiederkäuern gehörten, war die Verschmelzung der beiden Mittelfußknochen zum Kanonenbein schon weiter fortgeschritten, und bald folgten ihnen echte Hirsche und Gazellen als die ältesten gehörnten Wiederkäuer, worauf etwas später Rinder und Schafe erschienen.

Die Horn- und Geweihbildung dieser Thiere steht allem Anscheine nach mit der Unterdrückung der obern Schneidezähne in einem gewissen Zusammenhange. Denn nur bei solchen Thieren, welche die obern Schneidezähne und meist auch die Eckzähne verloren hatten, stellte sich, wie Owen sagt, durch eine Art von Uebertragung der an der einen Stelle unterdrückten Bildungskraft die Horn- und Geweihbildung ein, während sie bei den Moschusthieren und ihren Verwandten vielleicht in der Ausbildung der großen Eckzähne eine Ableitung fand. Schon Aristoteles war auf diesen Zusammenhang aufmerksam geworden und Göthe hat in seinem Gedichte über die Metamorphose der Thiere die Wechselbeziehung der Geweihbildung zur Bezahnung — eines der schönsten Beispiele dieser Klasse von Bildungsgesetzen — besungen:

Denn so hat kein Thier, dem sämmtliche Zähne den obern
Kiefer umzäunen, ein Horn auf seiner Stirn getragen,
Und daher ist den Löwen gehörnt der ewigen Mutter
Ganz unmöglich zu bilden und böte sie alle Gewalt auf.

Die Untersuchungen, welche in neuerer Zeit über den Ursprung der Horn- und Geweihbildungen bei den Wiederkäuern von Rütimeyer, Pagenstecher, Brooke, Boyd-Dawkins u. A. angestellt worden sind, haben ergeben, daß die stattlichen Hörner und Geweihe der jüngern Wiederkäuer aus geringen Anfängen hervorgegangen sind, und in ihrem ersten Ursprunge wahrscheinlich nichts als Hautwucherungen waren, wie sie bei allen Thieren, selbst beim Menschen gelegentlich, und am liebsten auf der Stirn oder Nase vorkommen, die dann innerlich und äußerlich verhärten, und denen in der Regel bald eine Wucherung der unter der Hautverhärtung liegenden Knochen,

eine Zapfenbildung, die feste Stütze giebt. Derartige Wucherungen konnten aber nur einem Thiere Nutzen bringen, wenn sie an der Stirne oder auf der Nase entstanden, und nur solche Neu-Bildungen dieser Art haben sich durch den Nutzen, den sie den Thieren gewährten, erhalten können.

Eine sehr primitive Form solcher Haut-Wucherungen findet sich bei der lebenden Giraffe, die einem alten Seitenzweige der ältesten gehörnten Wiederkäuer entsprungen zu sein scheint. Denn hier besteht das vierfache, beiden Geschlechtern zukommende Gehörn nur aus Hautknochen, die auf dem

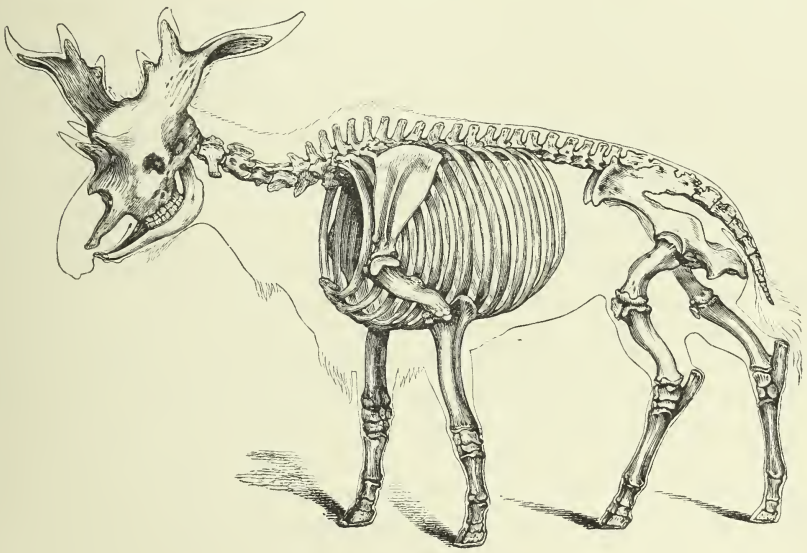


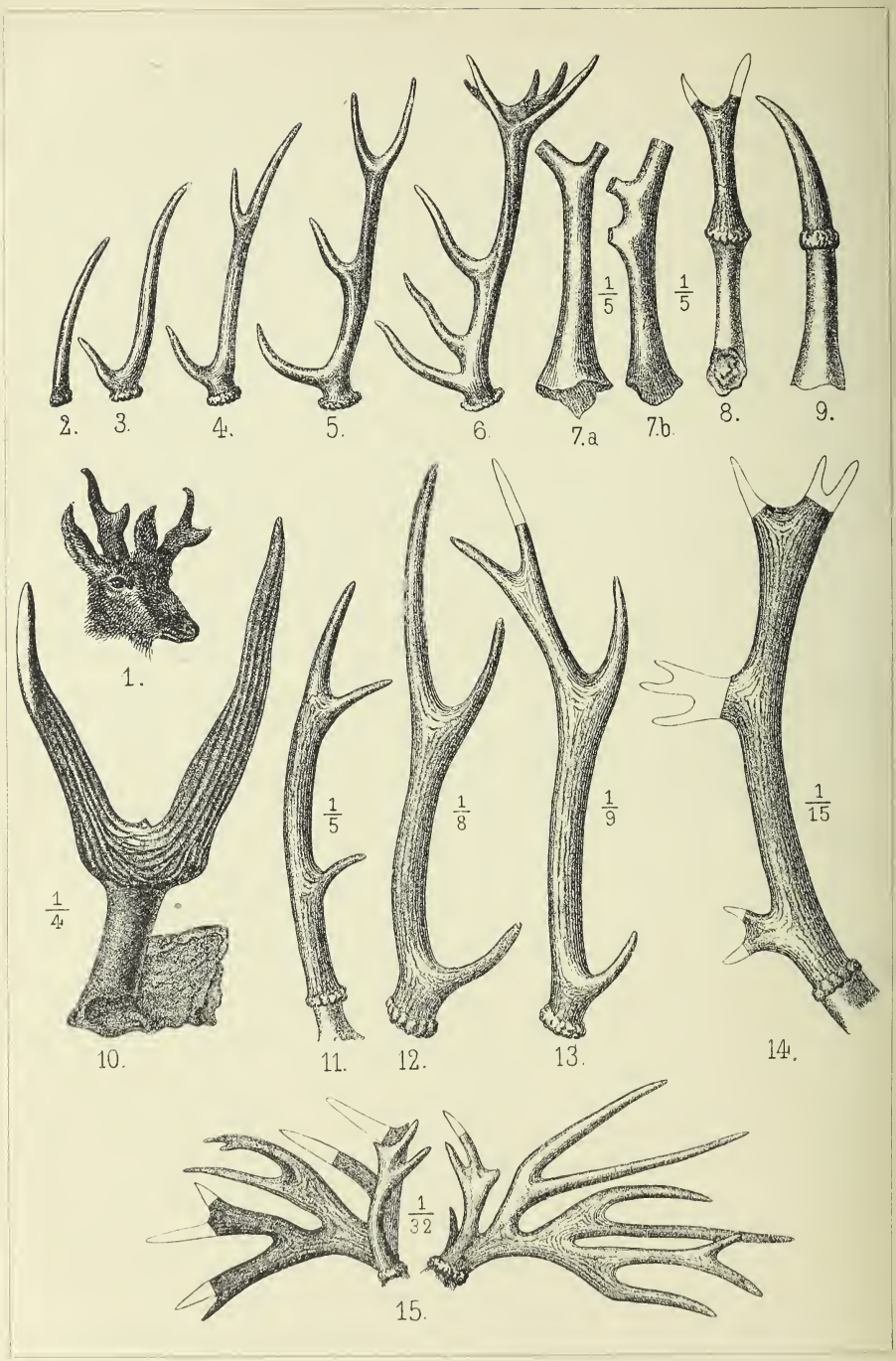
Fig. 382.
Restauration des Sivatherium.

Schädel nur oberflächlich, und ohne daß ihnen ein eigentlicher Knochenzapfen entgegen käme, festwachsen, und niemals von dem bedeckenden Haar befreit oder abgeworfen werden. Zur obern Miocänzeit besaß auch Griechenland eine Giraffe (Camelopardis attica) von der Größe der afrikanischen, deren von Gaudry zu Pikermi bei Athen gefundenen kopflosen Reste sogar eine noch abenteuerlichere Gestalt mit noch größerem Mißverhältniß zwischen der Länge der Vorder- und Hinterfüße erkennen lassen. In größeren Heerden scheint daselbst zur gleichen Zeit das verwandte Hellasthier (Helladotherium Duvernoyi), ein giraffenähnlicher Wiederkäuer, von viel größerem Körperumfang, aber mit kürzeren, weniger ungleichen Füßen, geweidet zu haben, denn seine Reste sind dort reichlich vertreten, haben sich aber auch bis Frankreich und Indien gefunden. In den Sivalikhügeln am Fuße des Himalaya, fand man die Reste des Sivalikthiers (Sivatherium Fig. 382)

welches man, gleich dem weniger genau bekannten Bramatherium und dem Hydaspitherium, unter die Sippschaft der Giraffen gesetzt hat, weil der Schädel des kolossalen Thieres mit einem ähnlichen vierfachen Geweih geziert war, und der Körperbau im Allgemeinen übereinstimmt. Aber diese Thiere hatten sich noch nicht so weit von dem gemeinsamen antilopenähnlichen Grundstamm entfernt, wie die heute lebenden Giraffen.

Auch in den ältesten zu den Hirschen gerechneten Thieren des untern Miocän zeigen sich noch so viele mit den Antilopen gemeinsamen Charaktere, daß man den einheitlichen Ursprung beider jetzt so wohl unterschiedenen Thierfamilien deutlich erkennt. Denn das Gehörn der ersten Hirsche war noch klein, wenig oder gar nicht verzweigt, wurde nicht regelmäßig abgeworfen und besaß deshalb auch die sogenannte Rose nicht, so daß es von dem einfachen Stirnzapfen einer Antilope nicht zu unterscheiden ist, um so weniger als es auch Antilopen mit leichtem Ansatz zur Gablung des Hornes giebt. Der Unterschied zwischen Horn und Geweih, wie er sich erst im Laufe der Zeiten herausgebildet zu haben scheint, besteht darin, daß die Haut, welche die Gehörnbildung bei Hirschen und Hohlhörnern umschließt, nur bei den letzteren eine bleibende geworden ist, indem sie sich in ein hohles Horn verwandelte, welches den Stirnzapfen wie ein Futteral umschließt, während die heute lebenden Hirsche früh die ihr Geweih umgebende behaarte Haut (den Bast) abfegen und dadurch den Verfall des der schützenden und ernährenden Hülle beraubten Geweihs herbeiführen, welches nunmehr regelmäßig mit Zurücklassung eines kurzen Hornzapfens abbricht, und alljährlich erneuert wird.

In der ältern Miocänzeit gab es nun, wie gesagt, Hirsche mit kleinem einfach gegabelten Geweih, welches nicht abgeworfen wurde und auf einen ursprünglichen antilopen- und giraffenähnlichen Hornzustand hinweist. Ein Nachkomme solcher, die Charaktere der verschiedenen Wiederkäuer-Linien noch vereinigenden Urwiederkäuer scheint noch heute in der nordamerikanischen Hirschantilope, dem sogenannten Gabelbock (Dicranocerus furcifer Taf. XVIII, Fig. 1) erhalten zu sein. In seinem Körperbau fand Murie Eigenheiten, die theils den Hirschen, theils den Antilopen, Giraffen, Schafen und Ziegen zukommen. Die Gehörnbildung steht ungefähr zwischen derjenigen der Hirsche und der Antilopen in der Mitte. Denn obwohl sie von einem echten Hohlhorn bedeckt wird, wächst das Hohlhorn doch nicht wie bei Antilopen, Rindern und Schafen mit dem Stirnzapfen zeitlebens weiter, sondern wird alljährlich abgeworfen; es ist auch nicht, wie bei allen seinen näheren Verwandten, einfach kegelförmig, sondern mehr zackig. Die anfangs ziemlich lange Behaarung des in Horn verwandelten Bastes verliert sich bei ihm ohne Fegung, aber unter dem Hornfutteral erneuert sich alljährlich der Haarbast und stößt das Futteral ab, worauf zunächst wieder ein haarbedecktes Gehörn hervortritt, dessen Umwandlung in ein hornartiges, haarloses Hohlgehörn allmälig von Statten geht.



Die Entwicklung des Hirschgeweihs in Vergangenheit und Gegenwart.

Auf unsrer Taf. XVIII, welche die hauptsächlichsten Stufen der Geweihbildung bei fossilen Hirschen vorführt, finden wir zunächst in Fig. 7 a und b zwei Geweihe des Urhirsches von Orleans (Procervulus aurelianus) als des ältesten, in den mittleren Miocänbildungen Frankreichs häufiger vorkommenden Geweihträgers dargestellt. Sie waren verhältnißmäßig klein, an der Spitze einfach gegabelt oder mit unregelmäßigen Knospenspitzen versehen und ermangelten am Grunde der Rosenbildung, welche die Stelle bezeichnet, an welcher bei jungen Hirschen das alte Geweih abbricht und das neue aufsetzt. Sie sind deshalb von Antilopenzapfen kaum zu unterscheiden, weshalb der berühmte Paläontologe Gervais sogar die Geweihe späterer Hirsche noch als die gegabelten Stirnzapfen einer Antilope (Antilope dichotoma) beschrieben hat. Ohne Zweifel gingen diesen Gabelhirschen solche mit ganz unverzweigter Stange voraus, wie sie noch jetzt die chinesischen und südamerikanischen Spießhirsche Cervulus Reveesii (Fig. 9) und andere zeigen, aber im fossilen Zustande würden ihre Stangen, falls sie noch nicht erneuert wurden, von den Stirnzapfen der Antilopen nicht zu unterscheiden sein. Wahrscheinlich blieben diese Stirnzapfen der ältesten Hirsche zeitlebens, wie bei Giraffen und Antilopen, mit weicher oder harter Haut bedeckt, und wurden überhaupt nicht oder nur ausnahmsweise erneuert. An der Mehrzahl dieser Geweihe sind aber die Zacken abgebrochen, und in einzelnen Fällen wurden derartige Geweihe mit regenerirten Sprossen und Rosenbildungen an denselben gefunden. Es handelte sich dabei wahrscheinlich um zufällige Beschädigungen in den Kämpfen der Männchen untereinander, durch welche zunächst die bekleidende Haut beschädigt und die Zacke dann brüchig wurde.

Bei etwas jüngern Hirschen aus dem mittleren und obern Miocän, wie sie O. Fraas bei Steinheim in Württemberg (vergl. S. 523), Kaup zu Eppelsheim, Lartet, Laurillard u. A. zu Sansan in Frankreich gefunden haben, war das Geweih bereits erheblich größer als das des Procervulus und zeigte auch bereits eine deutliche Rosenbildung, aber es bildete nur eine einfache Gabelung aus, wonach man dies Geschlecht als das der Gabelhirsche (Dicrocerus) bezeichnet hat. Aber die Rose wurde hier, wie wir an dem von Kaup im obern Miocän von Eppelsheim gefundenen Geweih von Dicrocerus anocerus (Taf. XVIII. 8) sehen, von einem hohen Stirnzapfen (Rosenstock) getragen, d. h. es brach nur der obere Theil ab und diese Eigenthümlichkeit hat sich bei mehreren in Ostasien und Südamerika lebenden Muntjacs und Gabelhirschen erhalten, die vielleicht näher verwandte Nachkommen der miocänen Gabelhirsche sind und auch heute ihr Geweih nur in längern Pausen, nicht alljährlich, abwerfen. Schon in der mittleren Miocänzeit finden wir dabei Arten mit kleinerer und größerer Gabelung, letztere bei Dicrocerus elegans (Fig. 10) aus dem mittleren Miocän von Sansan.

Die den einzelnen fossilen Geweihen unserer Tafel beigesetzten Verklei-

nerungszahlen zeigen uns, wie sich die Größe und Verzweigung der Geweihe seit dem Ende der Miocänzeit bis zu einem gewissen Zeitpunkt beständig vermehrt hat, und wir können leicht bei Axis Matheronis (Fig. 11) des obern Miocän, bei Axis pardinensis und Cervus Perrieri (Fig. 12 und 13) des Pliocän, bei Cervus Martialis (Fig. 14) der pliocänen Sande von Saint-

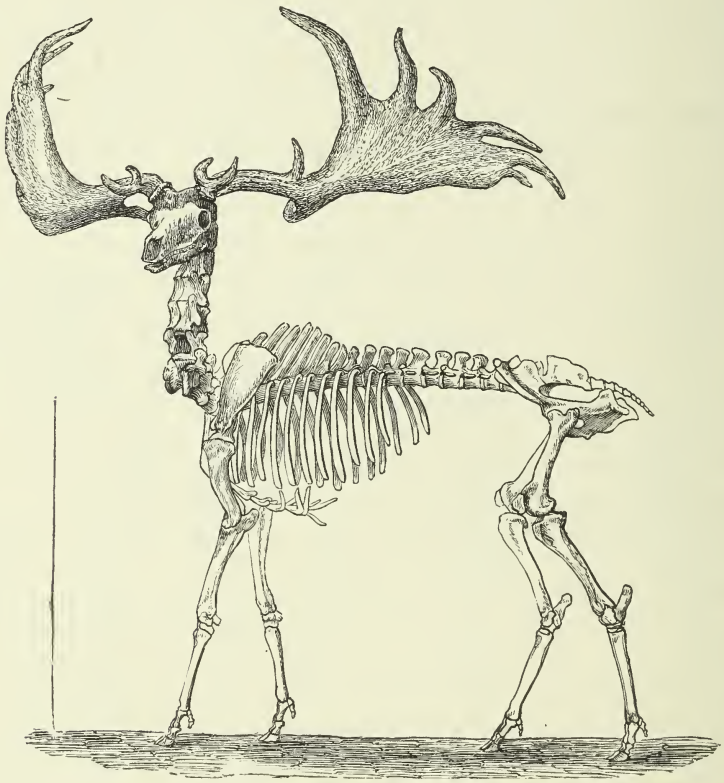


Fig. 383.
Megaceros giganteus nach Owen. Die daneben stehende Linie bezeichnet die Höhe eines Menschen.

Martial (Frankreich) bis zu dem ungeheuren Geweih des Cervus dicranios (Fig. 15) des Oberpliocän von Nesti im Arnothal eine beständige Steigerung erkennen, welche durch die Stufe der Geweihbildung unsrer Axis- oder Rusa-Hirsche mit wenig verzweigtem Geweih zu der unsrer heute lebenden Hirsche führte, ja dieselbe bereits übertraf. Ihre üppigste Entwicklung erreichten die Hirsche aber erst im pleistocänen Zeitalter, in welchem das irische Riesen-Elen (Fig. 383) das Musethier, das Renthier, der Edel- und Damm-hirsch in Europa erschienen, die sämmtlich im erwachsenen Zustande ein sehr complicirtes und zum Theil kolossales Geweih erlangten. Dasjenige des

Riesen-Elen, hinter welchem einige Autoren den „grimmen Schelch" des Nibelungenliedes vermuthet haben, erreichte die doppelte Breite (14 Fuß) des Geweihs vom jetzt lebenden Elen und mit dem Schädel ein Gewicht von 250 Pfund! Diese Zeit darf somit als die Glanzepoche der Geweih-Entwicklung, und das in großen Schaaren in Irland weidende Riesen-Elen als das Culminations-Glied der Geweihträger betrachtet werden, denn seit seinem Auftreten ist offenbar wieder ein Rückgang eingetreten.

Man kann sich denken, daß die Stärke der Hirsche und ihrer Geweihe durch die Kämpfe der Männchen untereinander gesteigert worden ist, und ich habe an einem andern Orte die Gründe ausführlich dargelegt, aus denen hervorzugehen scheint, daß die jetzt bei unsern Hirschen regelmäßig alljährlich stattfindende Erneuerung des ganzen Geweihs, wahrscheinlich durch diese Kämpfe befördert worden ist. Denn hierbei wurden zuerst die Zacken ihrer ernährenden Haut beraubt und in Folge davon brüchig, später wurde der obere Theil und zuletzt das ganze Geweih hinfällig. Heute, wo diese Kämpfe wahrscheinlich durch die weniger große Zahl der Hirsche gelinder geworden sind, müssen sie sich den Bast selbst abreiben, um die Erneuerung zu befördern. Das erste Wachsthum und die Erneuerung der Geweihe geht dabei unter Umständen vor sich, welche manche Analogieen mit der historischen Entwicklung derselben bieten, denn der junge Hirschbock ist geweihlos und setzt im ersten Jahre nur ein paar kurze, unverzweigte, rosenlose „Knopfspieße" auf, wie die ältesten Miocänhirsche. Nach dem Abwerfen bedeckt sich die Bruchstelle mit Haut, unter welcher das zweite einfach verzweigte Geweih hervorsproßt, während sich der Rand des immer kürzer werdenden Stirnzapfens mit Knochenwucherungen (Perlen) bedeckt, welche die sogenannte Rose bilden, bis dann mit den Jahren die reichverzweigten Geweihe entstehen, welche den Stolz der Jäger ausmachen. In Figur 2—6 (Taf. XVIII) ist dieses den historischen Vorgang wiederholende Wachsthum des Geweihs beim Edelhirsche bis zum Sechszehn-Ender verfolgt.

Die amerikanischen Cerviden, welche mit Ausnahme der circumpolaren Arten eine von der europäischen Familie verschiedene Entwicklung aufweisen, zeigten aus mehrfach erörteten Gründen nur im Frühtertiär, so lange Landverbindung vorhanden war, nähere Uebereinstimmung mit den europäischen, und zwar treten in den ältesten amerikanischen Selenodonten die Schweinecharaktere noch stärker auf als in Europa. Der älteste erste Selenodont daselbst ist ein als Urwiederkäuer (Eomeryx) bezeichnetes vierzehiges Thier, welches im obern Eocän vorkömmt und in den Zähnen noch Aehnlichkeiten mit den europäischen Wasserschweinen (Hyopotamus) aufweist. Mit ihm tritt Parameryx auf, ein an den Hinterfüßen dreizehiges Thier, anscheinend ein Seitentrieb der Hauptlinie, von dem Marsh die Kamele (S. 537) herleiten möchte. Der ausgesprochenste Selenodont der obern Eocän-Schichten ist Oromeryx, welche Gattung bereits zu den Cerviden zu gehören scheint und

alsdann den ältesten Vertreter dieser Gruppe darstellen würde. Die Familie der Hirsche wurde in den Miocänschichten anscheinend durch die Gattung Leptomeryx und andere Gattungen fortgesetzt. Man hat in neuerer Zeit in diesen Schichten eine Reihe von Wiederkäuern gefunden, die oft nicht größer als Eichhörnchen waren, und bei denen es vorläufig noch schwer ist zu sagen, ob sie zur Familie der Moschusthiere, der Ziegen, Schafe oder sonstigen Wiederkäuern Uebergänge bilden, oder ob sie, was das Wahrscheinlichste ist verallgemeinerte Formen waren, die in der Mitte zwischen denjenigen Wiederkäuern stehen, welche das Vergnügen der Jäger ausmachen, und denen, welche man für die Landwirthschaft gezähmt hat. Es sind dies namentlich die Gattungen Hypisodus und Hypertragulus, während bei Leptomeryx die näheren Beziehungen zu den Traguliden oder Zwerg-Moschusthieren weniger zweifelhaft sind. Die miocänen Cerviden Amerika's sind den europäischen außerordentlich ähnlich. Die ältesten pliocänen Cerviden, zur Gattung Cosoryx gerechnet, besaßen hier noch sämmtlich ein sehr kleines Geweih, welches sich in ein einziges Zackenpaar gabelte. In dem oberen Pliocän kommen sodann echte Hirsche von bedeutender Größe vor. Im Pleistocän finden sich neben dem gewöhnlichen Hirsch (Cervus americanus) Reste des Elen und des Renthieres, welches letztere sich weit über seinen jetzigen Verbreitungsbezirk ausdehnte.

Bei dem Schwesterstamm der Antilopen, die dem Grundstamm der Hohlhörner am nächsten stehen, bemerkt man hinsichtlich des bei ihnen bleibenden und lebenslänglich weiterwachsenden Gehörns einen ganz ähnlichen Fortschritt, wie bei den Hirschen. Die ersten, im mittleren Miocän Europa's auftretenden Antilopen (A. clavata und A. martiniana von Sansan) zeigten erst ganz winzige Hörnchen, während mehrere Antilopen aus dem obern Miocän von Pikermi, die man zu den Gattungen Palaeotragus, Palaeoreas, Palaeoryx, Tragoceras und Gazella rechnet, schon recht ansehnliche Hörner aufwiesen, und diejenigen von Antilope recticornis des untern Pliocän von Montpellier sehr groß waren. Die zahlreichen Funde ihrer Reste zeigen, daß in der Miocän-Zeit die Ebenen Frankreichs, Griechenlands und andrer europäischer Länder durch Schaaren von Antilopen und Gazellen belebt waren, wie heute die Ebenen Afrika's. In Amerika dagegen, wo die einzige Uebergangsform von den Hirschen zu den Hohlhörnern, die oben besprochene Gabel-Antilope lebt, scheinen die Gazellen niemals zahlreich gewesen zu sein, und ebenso hat man dort keine Verwandten des Helladotherium, Sivatherium und der Giraffen gefunden.

Während also die Unpaarhufer und schweineartigen Paarhufer in Amerika stets eben so zahlreich und zahlreicher waren, als in Europa, dürfen wir die jüngsten Paarhufer, die Hohlhörner, als vorwiegend altweltliche Thiere in Anspruch nehmen, denn in Europa finden sich die ältesten Antilopen, und Uebergangsformen zu den Ziegen, Schafen und Rindern,

wie denn das schon erwähnte Helladotherium oder Hellasthier eine Mittelform zwischen Giraffe und Rind darstellt. Die Ziegen, Schafe und der Rinder „breitgestirnte glatte Schaaren" sind die jüngsten ihres Geschlechts und treten, wie das edle Pferd in seiner vollendeten Gestalt, erst im Miocän auf. Von den Antilopen durch die Ziegen zu den Schafen und Rindern hatte die Körperumbildung nur kleine Schritte zu machen und manchmal ist die Grenzlinie z. B. zwischen Antilopen und Ziegen, Ziegen und Schafen schwer zu ziehen. Manche indischen Rinder ähneln noch heute gewissen Antilopen und unterstützen die Ansicht Rütimeyers, daß die Rinder in der Miocän-Zeit aus antilopenartigen Thieren entstanden seien. Selbst unser Hausrind zeigt in der Jugend noch einen Schädelbau, der dem der Antilope sehr ähnlich ist, und prägt die specifischen Unterschiede erst später aus. Die ältesten Formen sind die Büffel, von denen schon in den obermiocänen Schichten der Sivalik-Hügel die Gattungen des Halbrinds (Hemibos) und Urbüffels (Probubalus) vorkommen, und die Stammformen wenigstens der indischen Büffel wurden. Eigentliche Rinder (Bos oder Bibos), die man als die Stammarten unsrer Rinder ansehen kann, erschienen erst in pliocänen Schichten Asiens und Europas. Zu ihnen gehört der Ur- oder Auerochs (Bos primigenius), dessen Reste sich in den obersten Schichten vieler Orte Mitteleuropas finden, und der wahrscheinlich die historischen Zeiten erlebt hat. In pleistocänen Schichten erscheint auch das Geschlecht der Wisente, dessen diluviale Gattung (Bison priscus) sowohl der Ahne der noch künstlich erhaltenen europäischen, als der amerikanischen sein dürfte. Eine ähnliche circumpolare Verbreitung wie die Wisente zeigt auch der Moschusochse (Bos moschatus), eine eigenthümliche Form, die den Schafen näher steht als den Rindern und deshalb in Ovibos umgetauft worden ist.

Einen eigenthümlichen Zweig, gleich den Flußpferden dem Wasserleben angepaßter Hufthiere hat man in neuerer Zeit in den sogenannten „pflanzenfressenden Walen" oder Seekühen erkannt, die den Namen der Sirenen erhalten haben sollen, weil man das in einen Fischschwanz endigende Thier, seine Jungen wie ein Meerweib mit den Armen gegen die hochgelegenen Brüste pressen sah. Sie entstammen einem bereits in der frühesten Eocän-Zeit in's Wasser gegangenen Zweige der Hufthiere und bieten in der Gebiß- und Magenbildung noch heute mancherlei Aehnlichkeiten mit Hufthieren, während die den Wasserthieren ziemlich entbehrlichen hintern Gliedmaßen bei den lebenden Wasserkühen bis auf geringe Rudimente verloren gegangen sind. An einer miocänen Sirene des Mainzer Beckens, dem Salzthier (Halitherium Schinzi Fig. 384), die noch dadurch interessant ist, daß sie die Merkmale der heute lebenden Familien der Lamantine und Dugongs in ihrem Körperbau vereinigte, hat Lepsius mit überzeugenden Gründen nachgewiesen, daß diese Thiere sich aufs Nächste an die ältesten Hufthierformen anschließen und mit den fleischfressenden Walen, an deren Seite man sie früher

ſtellte, keinerlei nähere Verwandtſchaft beſitzen. Indem er den Schädel und die übrigen Skelettheile dieſes Thieres mit den entſprechenden Theilen der eocänen Hufthiere, und ſpeciell mit denen des am wenigſten veränderten lebenden Vertreters derſelben, des Tapirs (vergl. S. 519) verglich, konnte er viel deutlichere Uebereinſtimmungen nachweiſen, als andern, ſtärker veränderten Hufthieren gegenüber. Eine ganz beſonders lehrreiche Illuſtration zur Entwicklungslehre lieferte die Auffindung rudimentärer Oberſchenkel, die den Verluſt der Hinterbeine durch die Anpaſſung an das Waſſerleben und den Uebergang vom vierfüßigen zum zweifüßigen Thier illuſtriren. Bei den lebenden Sirenen findet ſich nur noch ein loſes Rudiment des Beckens, frei

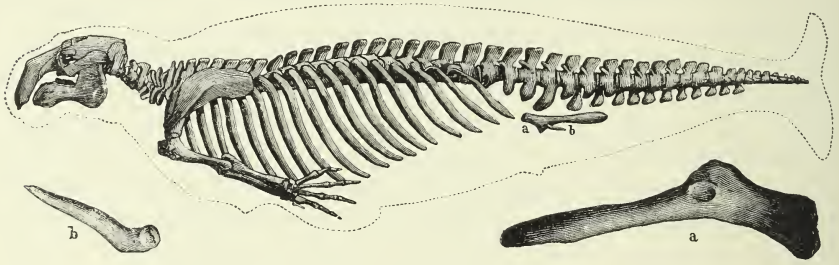


Fig. 381.
Gerippe von Halitherium Schinzi. Miocän des Mainzer Beckens mit dem Körper-Umriß 1:20. Daneben das rudimentäre Becken (a) mit der Oberſchenkelpfanne und dem Oberſchenkelbein (b) in geringerer Verkleinerung beſonders dargeſtellt. Nach Lepſius.

im Fleiſche hängend, aber ſchon Kaup hatte an dem Hüftbein (a) des miocänen Halitherium eine deutliche Spur von Gelenkpfanne bemerkt, und den Bemühungen von Lepſius glückte es, nicht weniger als fünf rudimentäre Oberſchenkelbeine (b) ungefähr von der Länge des menſchlichen Zeigefingers aufzufinden. Sie zeigen am obern Ende den runden, auf's Schönſte in die Pfanne paſſenden Gelenkknopf, am untern Ende laufen ſie ohne jede Andeutung des Kniegelenks ſpitz zu. Wie dies bei ſo gänzlich funktionslos gewordenen Organen nicht zu verwundern iſt, zeigt ſich dieſes Rudiment des bei den lebenden Sirenen ſpurlos verſchwundenen Oberſchenkels, ebenſo wie die Beckenreſte, von ſehr wechſelnder Geſtalt; es bleibt darum doch einer der lehrreichſten Zeugen ſolcher Entwicklungen.

Von einer ältern, den unterſten eocänen Schichten angehörigen Sirene (Prorastomus sirenoides), welche vermuthlich ein um vieles vollſtändigeres Hinterbein beſaß, kennt man leider nur den Schädel, der aber dadurch lehrreich iſt, daß er noch ein ähnlich reiches Gebiß beſaß, wie die andern eocänen Hufthiere, nämlich drei Schneidezähne, einen Eckzahn, vier Prämolaren und drei Molaren, d. h. 44 Zähne, und ebenſo zeigt der Schädelbau ſich dem der Hufthiere aufs nächſte verwandt. Die Backenzähne gleichen auch noch bei

Halitherium denen älterer Hufthiere, namentlich des Flußpferdes mit seinem „Kleeblatt"-Muster. Die heute lebenden Sirenen besitzen nur noch die breitkronigen Backenzähne und ein Paar oberer Schneidezähne. Anscheinend fehlen sowohl den Dugongs als den Lamantinen die Vorderzähne der untern Kinnlade gänzlich. Aber wenn man bei jungen Seekühen die Hautplatte, welche den Kiefer bedeckt, entfernt, so entdeckt man große Zahnhöhlen mit kleinen Zähnchen darin, welche früh resorbirt werden (Fig. 385). Bei dem Borkenthier oder der Steller'schen Seekuh (Rhytina Stelleri), von welcher 1768 das letzte Exemplar ausgerottet sein soll, waren die Zähne gänzlich geschwunden und durch Hornplatten mit einem geringen Kalkgehalt, ähnlich wie wir sie bei dem Wasserschnabelthiere finden, ersetzt.

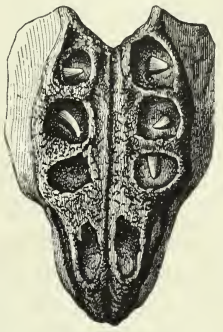


Fig. 385.
Vordertheil des Unterkiefers eines jungen Dugong mit fünf kleinen Zähnen in den Höhlen. 1/2 natürliche Größe. Nach van Beneden.

Die Sirenen sind im Wesentlichen Uferthiere geblieben, während die ihnen in der äußern Gestalt mitunter ziemlich ähnlichen fleischfressenden oder eigentlichen Wale sich im vollsten Maße dem Wasserleben angepaßt und dadurch noch viel weiter von der Organisation der Landsäugethiere entfernt haben. Die bei einzelnen Sirenen noch über den ganzen Körper verbreitete, wenn auch sparsame Haarbekleidung ist bei ihnen bis auf wenige im Gesicht stehen gebliebene Borsten eingegangen, und als die Körperwärme zusammenhaltendes Aequivalent hat sich eine dicke Fettlage unter der Oberhaut ausgebildet. Der Umriß des ganzen Thieres ist noch fischähnlicher geworden; die bei den Sirenen freien Halswirbel sind miteinander verwachsen und der Hals ist gänzlich geschwunden. Die Vorderfüße sind bei der älteren Linie der Zahnwale zwar noch mit fünf Fingern versehen, aber die beiden äußersten Finger sind stark zurückgebildet; von Nägeln ist keine Spur vorhanden und das ganze Glied in eine dicke Haut gehüllt, so daß die bei einigen Arten noch vorhandenen rudimentären Arm- und Handmuskeln kaum noch alle thätig sind. Von den hintern Gliedmaßen ist bei den meisten Arten nur noch ein frei im Fleisch hängendes Rudiment des Hüftbeins vorhanden, aber bei einigen Bartenwalen haben Reinhardt und Struthers noch knorpliche Rudimente von Ober- und Unterschenkel, ja sogar von dazu gehörigen Muskeln gefunden, die vollkommen unter der Haut liegend, keinerlei Bewegungen dienen konnten und ein merkwürdiges Beispiel von der Zähigkeit liefern, mit der völlig nutzlos gewordene Organe mitunter lange vererbt werden. Ihre Thätigkeit war unnütz geworden, nachdem sich der Schwanz, ähnlich wie beim Biber und andern Wasserthieren in ein breites, wagerecht liegendes Ruder-Organ, von der Gestalt einer dreieckigen Fischflosse, der sich eine Rückenflosse gesellt, verwandelt hatte.

Die größten Umwandlungen haben aber Schädel und Gebiß aufzuweisen, und hier ist es namentlich das Emporrücken der Nasenlöcher, die bei den Sirenen an der Spitze des Oberkiefers liegen, gegen den Scheitel hin, oder vielmehr die Aufrichtung der früher schief nach vorn verlaufenden Nasenkanäle zu fast senkrecht stehenden Spritzlöchern, von bestimmendem Einfluß gewesen. Dadurch sind die Schädelknochen bei den heutigen Walen dermaßen verschoben, daß fast alle Aehnlichkeiten mit denen anderer Säugethiere verwischt sind und der Anschluß an eine bestimmte Gruppe derselben sehr erschwert ist. Daher erklärt sich die große Verschiedenheit der Ansichten über die Abstammung der Wale, die zu einer so großen Rathlosigkeit ausgeartet ist, daß einige Autoren sogar die großen Meer-Reptilien der Sekundärzeit, die Ichthyosaurus-Arten als Ahnen haben in Anspruch nehmen wollen. Allein die gesammte Organisation zeigt deutlich, daß wir echte Placenta-Säugethiere vor uns haben, deren Organe trotz aller ihrer Rückbildung deutlich auf einen Anfangszustand hinweisen, wie er bei niedern Placenta-Säugern bestanden hat. Dies geht namentlich auch aus dem Bau der Sinnesorgane hervor. Das Geruchsorgan ist den Wasserthieren ziemlich überflüssig, weil für das flüssige Element Geruch und Geschmack fast zusammenfallen; die Nasenlöcher sind daher zu bloßen Spritz- und Athmungslöchern geworden, aber die Andeutungen des früheren Zustandes sind nicht ganz verloren. Die für ein Wasserthier entbehrlichen Befeuchtungs- und Schutz-Apparate des Auges sind, ebenso wie das äußere Ohr völlig geschwunden, aber das innere Ohr, zu dem ein enger, nach außen sich kaum sichtbar öffnender Kanal führt, ist durchaus dasjenige der Säugethiere. Im innern Bau der Verdauungsorgane finden sich manche Uebereinstimmungen mit denen der Hufthiere, weshalb Flower, wie schon früher Hunter, glaubt, den Anschluß, wie für die Sirenen, bei den ältesten Hufthieren suchen zu sollen, während andere Naturforscher auf die deutlichen Uebergänge von den Ottern zu den Robben und Seelöwen hinweisen und sie lieber von ältesten Raubthieren ableiten möchten.

Die ausschließliche Fleischnahrung der heutigen Wale, gegenüber derjenigen der pflanzenfressenden Sirenen, kann, wie im Voraus bemerkt werden mag, nicht für die letztere und gegen die erstere Meinung geltend gemacht werden, denn wir wissen, daß auch die ältesten Hufthiere, die dem feuchten Elemente geneigten Tapire und Schweine, einer gemischten Kost zuneigten und daß Rinder an der Küste im Winter mit Fischen gefüttert werden, sich also ohne Schwierigkeit an Fleischkost gewöhnen können. Uebrigens ist es nicht undenkbar, daß auch die fleischfressenden Wale, von denen man die pflanzenfressenden trennt, noch einen doppelten oder mehrfachen Ursprung gehabt haben und nur durch convergente Züchtung in ihren verschiedenen Zweigen wieder so ähnlich geworden sind, wie sie uns, bei manchen Verschiedenheiten, namentlich im Gebiß heute erscheinen.

Auch die fossilen Funde bringen keine Klarheit in die Sache. Eine der ältesten bekannten Formen stellen die in eocänen Schichten Amerikas gefundenen Jochzähner oder Zeuglodonten (Fig. 386) vor, deren Reste früher zu einer über hundert Fuß langen Seeschlange (A. Koch's wunderlichem Hydrarchos) vereinigt wurden. Der Schädel dieser Thiere bietet allerdings gewisse verallgemeinerte Formen dar, die auf der einen Seite denen der ältesten Placenta-Thiere entsprechen und auf der andern die Merkmale mehrerer jüngerer Cetaceen-Familien vereinigen. Wir sehen, daß sich der Zwischenkiefer, der die vorderen Schneidezähne enthält, schnabelförmig verlängert hat, wie es bei den Delphinen noch mehr der Fall ist, und die Nasenlöcher standen noch nicht so steil wie die der heutigen Wale; das Gehirn war klein, wie bei allen alten Placenta-Thieren. Dagegen zeigt sich das

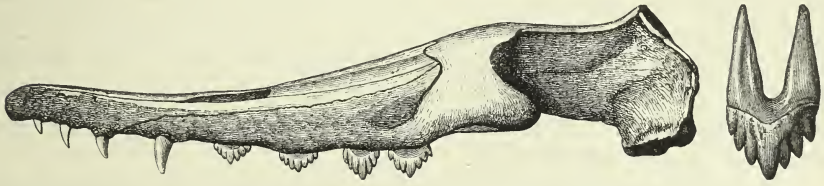


Fig. 386.
Oberkiefer und Schädel von Zeuglodon cetoides aus dem Eocän von Alabama. 1/9 der natürlichen Größe. Daneben ein einzelner Zahn in 1/3 natürlicher Größe. Nach Gaudry.

Gebiß bereits stark differenzirt, namentlich in den zweiwurzlichen Backenzähnen, und die Zahl der Zähne ist beschränkt. Es scheint schwer anzunehmen, daß sich aus einem solchen Gebiß dasjenige der Delphine und Potwale entwickeln konnte, bei welchem in beiden Kiefern, oder wenigstens im Unterkiefer, eine lange Reihe einwurzlicher, konischer, immerwachsender Zähne vorhanden ist, wie wir Aehnliches nur noch bei einigen Zahnarmen und fossilen Beutelthieren finden, aber aus theoretischen Gründen (S. 489) für den Anfangszustand des Säugergebisses erschlossen haben. Zwar giebt es für die abweichende Zahnbildung der Zeuglodonten und der Delphine eine Art Mittelstufe in den Zähnen des miocänen Haizahns (Squalodon), welche untereinander mehr gleichartig und auch in den Backenzähnen einwurzlig waren, während die Schädelform zwischen Zeuglodonten und Delphinen in der Mitte steht. Alles dies scheint aber darauf hinzudeuten, daß wenigstens die Delphine und Potwale, wenn nicht sämmtliche fleischfressenden Wale, von alten vielzähnigen Säugerformen abzuleiten seien, die wir uns nur noch konstruiren können. Ja, manche Delphine mit schnabelförmig verlängerten Kiefern und zahlreichen, einwurzlichen, immerwachsenden Zähnen sind die einzigen Thiere, welche dieses primitive Säugergebiß bewahrt haben, und es dürfte angezeigt sein, auf die Aehnlichkeit dieses Gebisses mit dem der

Schnabelthiere hinzuweisen und daran zu erinnern, daß es unter den Delphinen auch ausschließlich flußbewohnende Arten giebt, und solche, deren Zähne ebenso zur Verkümmerung neigen, wie die der Schnabelthiere und Zahnarmen. Wenn die Zeuglodonten demselben Zweige der Zahnwale (Odontoceti) angehören, so müssen sie als bereits stark specialisirte, abgeleitete Formen angesehen werden.

Zwei höchst eigenthümliche Seitenzweige der Zahnwale sehen wir in den gleich den Delphinen in jüngern tertiären Schichten vertretenen Entenwalen und Narwalen. Bei den ersteren sind fast sämmtliche Zähne des Ober- und Unterkiefers bis auf rudimentäre Reste, die manchmal gar nicht das Zahnfleisch durchbrechen, verkümmert; nur zwei Zähne des Unterkiefers sind zu langen Stoßzähnen ausgewachsen (bei Mesoplon), oder auch diese beiden bleiben unter dem Zahnfleisch verborgen (bei Hyperoodon) und das Thier ist zahnlos. Beim Narwal oder See-Einhorn (Monodon monoceros) gehen ebenfalls alle andern Zähne ein, bis auf zwei, die aber im Oberkiefer stecken und von denen beim Männchen gewöhnlich nur der linke zu einem graden, mehrere Meter langen, an der Oberfläche spiralig gewundenen Stoßzahn auswächst. Beim Weibchen verkümmern in der Regel beide Stoßzähne oder bleiben unausgebildet.

Wir kommen nun zu den zahnlosen oder Bartenwalen (Mystacoceti), die in der That nach der Geburt keine Spur von Zähnen aufweisen, welche aber ihre Abkunft von Zahnwalen dadurch bekunden, daß sie, wie schon Geoffroy St. Hilaire gezeigt und später Cuvier und Eschricht bestätigt haben, im Fötalzustande zahlreiche, kleine, verkalkte Zähne in den Zahnfurchen beider Kiefer (Fig. 387) aufweisen, unter denen sich sogar ein- und zweiwurzliche befinden, die aber noch vor der Geburt wieder vollständig aufgelöst werden. Erst nach dem Schwunde der Zähne wachsen die Fischbein-Barten aus, welche zu Hunderten hintereinander in zwei Reihen stehen und die ungeheure Rachenhöhle dieser Thiere, deren Kopf mitunter fast die halbe Länge des riesenhaften Körpers einnimmt, in einen Filtrir-Apparat verwandeln, in welchem alles kleine Gethier des in gewaltigen Zügen aufgenommenen Meerwassers zurückgehalten wird, worauf das seines Nährstoffs beraubte Wasser wieder ausgestoßen wird. Bei den gewöhnlichen Schnabelwalen oder Finnfischen (Balaenoptera), die fast in allen Meeren vorkommen, sind diese unten zerfaserten Bartenplatten selten über zwei Fuß lang, aber bei dem echten grönländischen Wal (Balaena mysticetus), dessen Mundhöhle so geräumig ist, wie Brust- und Bauchhöhle zusammengenommen, erreichen diese Platten, deren Zahl jederseits bis auf 350 steigt und aus denen das bekannte Fischbein gewonnen wird, in der Mitte der Reihe die Länge von 10—12 Fuß! Es ist dies der Gipfel

Fig. 387.
Wieder verschwindende Milchzähnchen des grönländischen Wales. 4:1. Nach Eschricht.

einer Neubildung, deren Anfänge wir nicht über die Miocän-Zeit zurückverfolgen können, denn so zahlreich auch bereits in den miocänen Meeren Zahn- und Bartenwale gemischt auftraten, so gehörten die älteren Arten doch nur zu den Finnwalen mit kürzern Barten.

Ueber den Ursprung dieser Barten bemerkt Flower, daß sie nur eine Umbildung der Papillen der Mundschleimhaut mit übermäßiger Entfaltung und Verhornung des Epithels derselben darstellen. Bei sehr vielen Thieren erhebt sich die Gaumenschleimhaut in der Form von Querwülsten, die in der Mittellinie durch eine Furche unterbrochen werden. Andeutungen dieser Querwülste sieht man ganz gut auch am menschlichen Gaumen, aber im Munde der Hufthiere z. B. des Rindes und noch mehr der Giraffe, erheben sie sich zu deutlichen Lamellen, deren Ränder durch eine Reihe von Papillen ein kammförmiges Aussehen erhalten, und obwohl zwischen den Gaumenkämmen der Hufthiere und denen der mit den schwächsten Barten versehenen Wale noch ein großer Abstand besteht, so begreift man doch, wie sie durch Verhornung dieser unter den Säugethieren verbreiteten Gaumenkämme entstehen, und da sie sich nützlich erwiesen, weiter entwickelt werden konnten.

Die durch diese Bartenbildung gekrönte Umwandlung des gesammten Körperbaus der Walthiere ist sicherlich eines der erstaunlichsten Beispiele solcher durch die Lebensweise bedingten völligen Umgestaltungen, welche die Naturgeschichte überhaupt aufzuweisen hat. Das Thier ist äußerlich so vollkommen wieder zum Fisch geworden, daß selbst große Naturforscher, wie Linné sich täuschen lassen konnten. Nichts ist von der Natur des höhern Thieres übrig geblieben, als das Athmungs- und Circulationssystem, die Fortpflanzungsweise und vielleicht eine etwas höhere Intelligenz. Wie ihre Größe zeigt, befinden sich die Wale durchaus nicht in absteigender Entwicklung, aber der Mensch, dem ihr Fett und die Fischbein-Platten werthvolle Beutestücke sind, betreibt rücksichtslos ihre Ausrottung und bald werden diese Riesen der Meere gleich dem Borkenthier zu den Wundern der Vorzeit gehören. Die Zahn- und Bartenwale mit ihrer zuweilen hundert Fuß überschreitenden Länge und ihrem kolossalen Körperumfang, strafen die oft gehörte Behauptung, daß die Zeit der Riesenthiere überhaupt vorbei sei, daß die Erde in ihren Erzeugnissen gleichsam einen Beginn von Altersschwäche zeige, Lügen, denn niemals hat es massigere Thiere und nur selten eben so große Thiere gegeben, wie die Wale unserer Meere.

Sehr viel geringer, als die Umwandlungen, welche die Fleischfresser des Meeres durchzumachen hatten, sind diejenigen ihrer Collegen auf dem Festlande, der Raubthiere. Auch findet man in dem Bau ihrer Körpertheile nicht jene auf den verschiedenartigsten Anpassungen beruhende Mannigfaltigkeit weit auseinandergehender Formen, wie sie die Füße, Gebisse, und Hörner den Hufthieren, die verschiedene Nahrungs- und Lebensweise den Zahnarmen und Nagern verliehen haben. Gewiß hat es unzähliger Uebergänge bedurft,

um die Schaaren der Bären, Hunde, Marder, Hyänen und Katzen aus wenigen Grundformen zu entwickeln, und die Tertiärschichten gaben in Europa und Amerika schier unübersehbare Formenreihen ausgestorbener Glieder. Aber trotz alledem bilden selbst die heutigen Ueberreste eine enge zusammenschließende Gruppe und wenig ist hier von großen Lücken zu erzählen, wie sie zwischen den lebenden Gliedern der Ein- und Mehrhufer, der Rüsselthiere, Zahnarmen u. s. w. klaffen. Nichts kann natürlicher sein, denn im Kampfe um's Dasein sind die Raubthiere wesentlich austilgende Elemente und die Pflanzenfresser, Insektenfresser und Thiere mit gemischter Nahrung ihre Opfer, deren Reihen sie stark gelichtet haben, während sie selbst in geschlossenen Reihen als Sieger aus dem Kampfe hervorgingen. Sie selbst erlagen höchstens ihrer Unfähigkeit, Beute zu machen, und daher schreibt sich ihre den Pflanzenfressern gegenüber gesteigerte Intelligenz, während ihre Waffen nur feinere Unterschiede und Abweichungen erkennen lassen. Das Raubrittertum bleibt eben gegenüber der Verschiedenheit so vieler andern Ernährungswege ein einseitiges Treiben, und darum sind auch die Anpassungen des Gliederbaus einseitige.

Für die Geschichte der Raubthiere liegen außerordentlich zahlreiche Dokumente aus tertiären Resten Europas und Nordamerikas vor, die besonders von Filhol und Cope gesammelt und bearbeitet worden sind. Wir erfuhren schon oben (S. 492) daß die ältesten Raubthiere der Eocänschichten, den insektenfressenden Beutlern in mancher Beziehung sehr nahestehende Formen waren, und wir wollen hier hinzufügen, daß Huxley noch faserige Ueberreste der Beutelknochen (vergl. S. 484) in den Bauchmuskeln mancher Caniden nachgewiesen hat. In der allgemeinen Bildung ihres Körpers standen diese primitiven Raubthiere, welche Cope unter dem Namen der Creodonten zusammenfaßt, den Insektenfressern, unter denen damals bärengroße Thiere, wie das Synoplotherium existirten, am nächsten; auch stand die allgemeine Körperbildung denen der damaligen Hufthiere, Nager und Halbaffen noch so nahe, daß Cope alle diese eocänen Placenta-Thiere zu seiner Klasse der Höckerzähner (Bunotherien S. 497) zusammenfassen zu dürfen glaubte. Ihr Hauptcharakter ist also die geringe Specialisation aller Organe, die sie mit den damaligen Vertretern aller andern Ordnungen gemein hatten.

So zeigten z. B. die eocänen Raubthiere nach Cope einen primitiven Charakter in der Bildung des Sprunggelenks, wie er von insektenfressenden Beutelthieren ererbt war, und heute noch bei den Beutelratten und mehreren Ordnungen der Placenta-Thiere zu beobachten ist, die diesen gemeinsamen Charakter der früheocänen Placenta-Thiere bewahrt haben, nämlich bei den Insektenfressern, Nagern und Vierhändern. Diese Bildung deutet ferner an, daß die erwähnten ältesten Raubthiere Sohlengänger waren, wie es heute unter ihnen bekanntlich nur die Bären geblieben sind. Alle diese ältesten Raubthiere besaßen wahrscheinlich auch noch Schlüsselbeine, wie sie heute nur

noch die kletternden Katzen behalten haben. Besonders lehrreich ist, daß zwei bei den lebenden Raubthieren stets miteinander verschmolzene Knochen der Handwurzel, das Kahn- und Mondbein, bei ihnen, wie bei allen zeitgenössischen Placenta-Thieren noch gesondert waren, was sie bei vielen Nichtraubthieren bis auf unsre Tage geblieben sind. Die Krallen der ältesten Raubthiere zeigten ferner nicht die schmale, zusammengedrückte und spitzige Form, welche man bei den lebenden Raubthieren und namentlich bei dem ausgeprägtesten Typus derselben, den Katzen findet, ihre Nägel waren beinahe flach, gerade und abgestumpft. Alle vier Füße trugen fünf Zehen.

Das Gebiß besaß natürlich ebenfalls noch nicht den ausgeprägten Charakter desjenigen der jetztlebenden Raubthiere. Alle diese Creodonten oder unvollkommnen Raubthiere der eocänen Schichten Europas und Amerikas

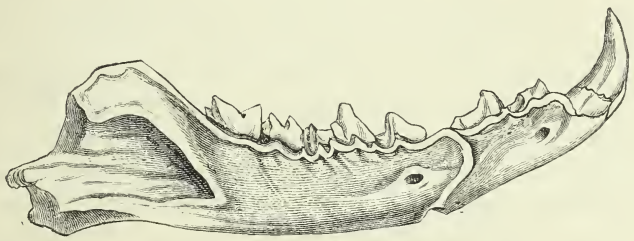


Fig. 388.
Unterkiefer von Hyänodon leptorhynchus. Aus dem Miocän der Auvergne. (Halbe Größe.)

besaßen ein stark an dasjenige insekten- oder fleischfressender Beutelthiere (z. B. Dasyurus) erinnerndes Gebiß, mit langen, dünnen Kinnladen, und einer langen Reihe unter sich wenig verschiedener Backenzähne, unter denen der Reißzahn noch kaum durch Höherwachsthum hervortrat. Selbst einige Säuger der Miocän-Zeit, wie Hyaenodon (Fig. 388) lassen diese primitiven Charaktere noch deutlich erkennen. Die untern Eckzähne standen sehr weit vorn in der Kinnlade, die dadurch sehr verlängert wurde. Wenn man das Gebiß dieser ältesten Raubthiere mit demjenigen der Räuber unserer Tage vergleicht, so findet man bei den letzteren eine unverkennbare Anpassung der Charaktere an ihre besondere Ernährungsweise, einmal in der verschiedenen Gestaltung der einzelnen, theilweise umgebildeten Backenzähne, und dann in der Verkürzung der Kinnladen, mit welcher eine Kraftvermehrung beim Beißen erreicht wurde, und diese Charaktere sind bei den Spitzen der Gesellschaft, den Katzen, am weitesten ausgeprägt. Zum Reißzahn, mit welchem die Beute erfaßt wird und dessen Krone deshalb über die der andern Backenzähne hinwegragt, hat sich bald der hinterste Lückenzahn und bald der vorderste Backenzahn, in ununterbrochener Folge von vorn nach hinten gezählt, entwickelt. Alle Zähne der Raubthiere zeichnen sich vor denen der Zahnarmen, Hufthiere

und Nager durch die dicke Schmelzlage aus, welche ihre Kronen bedeckt, und sie befähigt, auch die härtesten Gegenstände, wie Knochen, durchzubeißen.

Wir wollen nicht auf die Unzahl früheocäner Formen eingehen, die von den Paläontologen beschrieben worden sind, und nur erwähnen, daß die ältesten unentschiedenen Formen als Amblyctoniden bezeichnet worden sind, daß sich aber früh die Kennzeichen unserer heutigen Familien andeuteten, indem sich schon unter den ältesten Raubthieren am Gebisse solche unterscheiden lassen, die nur frisches Fleisch fraßen und andre, die auch Aas nicht verschmähten und mit ihren Hinterzähnen Knochen zerbrachen. Auch hier begegnen wir wieder der Thatsache, daß die eocänen Raubthiere der alten Welt mit denen der neuen gänzlich oder nahezu identisch waren, während die spätern Formen, nachdem die Landbrücken verringert waren, auseinandergingen. Eine solche, beiden Welttheilen gemeinsame eocäne Gattung war Oxyäna, welche Cope für die Stammform der Katzen ansieht, und deren Größe zwischen Dachs und Jaguar wechselte.

Anstatt hier auf die einzelnen Formen dieser frühen Raubthiere, über deren Zusammengehörigkeit, bei der Geringfügigkeit mancher Unterschiede die Ansichten noch sehr wechseln, näher einzugehen, wollen wir die Raubthier-Entwicklung nur in allgemeinen Zügen anzudeuten suchen. Die ältesten wirklichen Raubthiere zeigen eine gewisse Aehnlichkeit mit Bären, und das älteste in Europa gefundene echte Raubthier (Arctocyon primaevus) aus dem untern Eocän, erinnerte einestheils an Bären, andererseits aber auch noch sehr stark, namentlich in der Schädelbildung an Beutelthiere. Auch heute noch sind die Bären bekanntlich am weitesten von dem Ideal des Raubthieres entfernt, sowohl was die Beschaffenheit des Gebisses, als der Tatzen, der Sinne u. s. w. betrifft. Die Bären grenzen noch an die Höckerzähner oder Allesfresser; sie haben mehrere höckrige Mahlzähne und der für die Raubthiere so charakteristische Reißzahn ist noch kaum von seinen Nachbarn verschieden. Zugleich tritt der Bär bekanntlich im plumpen Gange mit der vollen Sohle auf, während die echten Raubthiere im leisen Zehengange ihre Opfer überschleichen; von der Zurückziehbarkeit der Krallen, welche die Katzen so sehr auszeichnet, ist noch keine Spur vorhanden.

Allein diese ältesten Raubthiere waren keine echten Bären, wie wir den Begriff heute in aller Bestimmtheit nehmen, sondern es waren, wie die meisten vorweltlichen Lebewesen, unentschiedene Formen, die, wie es uns nunmehr scheint, die Kennzeichen verschiedener Wesen vereint enthielten, obwohl dies eben nur so zu verstehen ist, daß einzelne Eigenschaften derselben in dem einen Zweige ihrer Nachkommen mehr entwickelt sind, andere in einem andern. So zeigten einige dieser durchweg bärenartigen Thiere Annäherungen an Marder, andere an Zibethkatzen, wieder andere an Hunde und noch andere an Hyänen. Man hat demnach die ältesten Raubthiere, welche verhältnißmäßig klein waren, als Bärhunde, Bärviverren, Bärhyänen u. s. w. bezeichnet

und sieht in diesen noch unausgebildeten Formen die Anfänge verschiedener Sonderentwicklungen, wie man in dem langfingerigen Kinde den künftigen Klaviervirtuosen, in dem zungengeläufigen den Redner zu erkennen glaubt. Die echten Bären erschienen dann erst, nachdem sie sich in einseitiger Richtung weiter gebildet, in mancher Beziehung sogar zurückgebildet, und nur das Bärenhafte in ihrer Natur zur Vollendung gebracht, sich, wie wir fälschlich sagen, von all dem fremden Ballast gereinigt hatten, im Pliocän und erreichten dann eine viel ansehnlichere Größe als ehemals und später. Der Höhlenbär (Fig. 389), mit welchem unsre Vorfahren zu kämpfen hatten, flößt uns noch in seinen Ueberresten den größten Respekt ein.

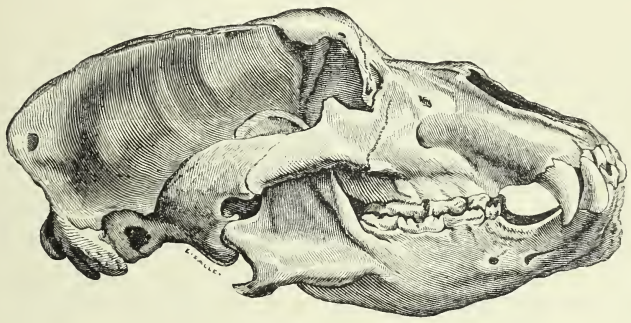


Fig. 389.
Schädel des Höhlenbären.

Der Fortschritt der Raubthiere prägte sich natürlich vor Allem im Gebisse, und zwar namentlich in der Verminderung eigentlicher Kauzähne mit Höckern aus, da die Fleischstücke mehr und mehr bissenweise abgerissen und ungekaut verschlungen wurden. Der zwischen Lückenzähnen und den höckrigen Backenzähnen in der Mitte stehende Reißzahn tritt immer mehr hervor. Die nachstehende Reihe läßt den Gang dieser Verminderung der Backenzähne in den einzelnen Familien mit einem Blicke übersehen. Man findet auf jeder Seite bei

	Lückenzähne.	Reißzähne.	Höckerzähne.
Bären, Hunden und Viverren	$^3/_4$	$^1/_1$	$^2/_2$
Mardern	$^3/_4$	$^1/_1$	$^1/_1$
Hyänen	$^3/_4$	$^1/_1$	$^1/_0$
Katzen	$^2/_2$	$^1/_1$	$^1/_0$

Die Hunde (Caniden), welche wie die Bären und Viverren hinter dem Reißzahn noch mehrere Höckerzähne besitzen und daher keineswegs so entschiedene Raubthiere darstellen, wie etwa die Katzen, zweigten sich anfangs kaum merklich schon im obern Miocän von dem mehr bärenartigen Grund-

stamme ab. Noch die miocäne Gattung Amphicyon war, obwohl entschieden zu den Hunden gehörig, noch ein Sohlengänger und kletterte auch vielleicht noch gleich den Bären. Der Reißzahn war noch nicht so ausgebildet, und der Oberkiefer trug einen Lückenzahn mehr. Unter den heute lebenden Hunden hat nur der großohrige, fuchsähnliche afrikanische Löffelhund (Otocyon) diesen Ahnencharakter bewahrt und besitzt sogar noch oben und unten einen Höckerzahn mehr, so daß sein Gebiß 48 Zähne enthält und sich dem mancher Beutelthiere annähert. Den Hauptkörper der jetzt lebenden Caniden trennt man in die Reihe der wolfsähnlichen Hunde mit runder Pupille und der fuchsähnlichen Hunde mit meist länglicher Pupille. Unsre Haushunde entstammen aus der ersteren Reihe, wahrscheinlich von Wölfen und Schakals.

Zwischen Hunden und Viverren oder Zibethkatzen gab es seit dem obern Eocän zahlreiche Uebergangsformen, die das Gebiß des Hundes mit der schlanken Schädelform und den starken Jochbögen sowie andern Kennzeichen der Zibethkatzen vereinigten, Thiere, die in der Größe zwischen Fuchs und Wolf schwankten. Filhol hat nicht weniger als siebzehn, meist den Phosphoriten von Quercy (Ober-Eocän) entstammende Viverrenhunde (Cynodictis-Arten) aus einer Gattung die man früher Hundszahn (Cynodon) nannte, beschrieben, die theils noch die volle Zahnformel der älteren Hunde besaßen, theils das echte Gebiß der heutigen Zibethkatzen zeigten, aber untereinander eine untrennbare Reihe von Zwischenformen bildeten, so daß man kaum sagen kann, wo die Hunde aufhören und die Viverren anfangen, zumal ein Haupttrennungscharakter in der allmäligen Entwicklung eines innern Höckers am Reißzahn liegt.

Die Familie der Marder deutet sich zuerst in einer Form des untern Miocän (Plesictis) an, die sich den Viverrenhunden im Gebiß nahe anschließt, aber eine verschiedene Schädelbildung mit Pfeilnahtkamm aufweist, deren Anfänge Filhol verfolgen konnte. Später kam die Vereinfachung des Gebisses hinzu, durch welche die Marder mehr zu den reinen Raubthieren hinüberneigen, während sie umgekehrt in ihren fünfzehigen Füßen, ihrer Gangart und den Klettergewohnheiten mancher Arten an die Bären erinnern. Bei diesen Thieren, welche in der Vorzeit zuweilen eine ansehnlichere Leibesgröße erreichten, als ihre Vertreter in der Jetztwelt, bildete sich dann das Raubthiergebiß mit seinen sechs meißelscharfen Vorderzähnen, den hervorragenden Eckzähnen und dem charakteristischen Reißzahne immer deutlicher heraus, während die Höckerzähne, bis auf einen einzigen auf jeder Seite der obern Kinnlade verschwanden.

Man kann die Hyänen, welche in reinster Form zwar erst im Pliocän auftraten, aber schon lange vorher durch Uebergangsformen von Hunden und Viverren angedeutet wurden, als die Uebergangsgruppe von den unvollkommneren zu den vollkommnern Raubthieren, den Katzen, betrachten.

Gaudry hat in den Gattungen Ictitherium und Hyänictis eine ähnliche Verbindungsreihe, wie oben Filhol, in den miocänen Schichten von Pikermi aufgefunden. Einzelne Arten des Ictitherium schließen sich durch den Besitz zweier oberer Höckerzähne nahe an Viverra an, bei andern ist der überzählige Höckerzahn oben wie unten bereits sehr zurückgebildet und bei Hyänictis vollends geschwunden und der Reißzahn dem der Hyäne ähnlich geworden. Auch die zunehmende Stärke der zum Knochenzerbeißen gebrauchten vordern Lückenzähne unsrer Hyänen ist schon bei Ictitherium vorbereitet.

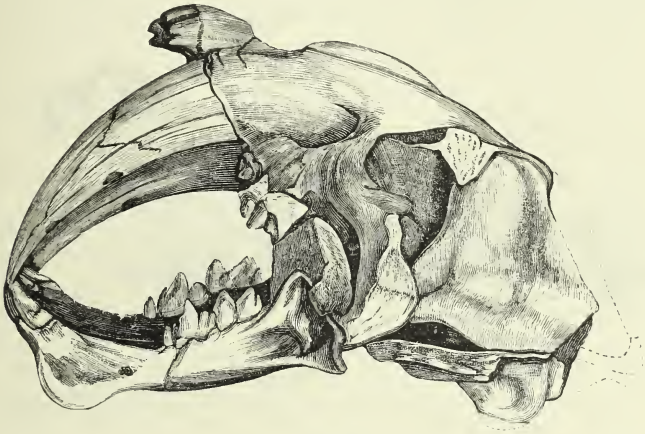


Fig. 390.
Machairodus Smilodon aus Brasilien.

Die Familie der Katzen scheint sich aus derjenigen der marderartigen Thiere entwickelt zu haben, bei welcher die Zurückziehbarkeit der Krallen (damit ihre Schärfe beim Aufsetzen der Tatze auf dem Boden nicht leide) bereits angedeutet ist. Uebergangsformen erscheinen im obern Eocän Frankreichs mit der Gattung Proaelurus, deren Arten noch oben zwei Höckerzähne wie die Marder besaßen, von denen aber der eine zum Verschwinden neigte. Bei der um einen Schritt den heutigen Feliden näherstehenden, miocänen Gattung Pseudaelurus ist nur noch ein kleiner Lückenzahn mehr vorhanden, als in dem Gebiß der eigentlichen Katzen. Uebrigens muß man annehmen, daß die ältern Marder, von denen die Katzen hergeleitet werden sollen, noch gleich den niedersten Raubthieren (S. 552) mit Schlüsselbeinen versehen waren.

Das Geschlecht der Katzen, welches in seiner Vollendung erst in der letzten Abtheilung der Tertiärzeit erschien, blüht heute in reichster Mannigfaltigkeit und Kraftentfaltung, so daß der Mensch eine der stattlichsten Gestalten derselben, den Löwen, an seiner Stelle zum Beherrscher der Thiere berufen hat, obwohl er dem Königstiger an Kraft nachstehen mag. Allein

es läßt sich nicht leugnen, daß auch hier die Vorwelt es bereits zu mächtigeren Kämpfern gebracht hatte, wobei wir namentlich an die über Europa, Asien, Nord- und Südamerika während der spätern Tertiärzeit verbreiteten und erst kurz vor dem Auftreten des Menschen ausgestorbenen Arten des Dolchzahn (Machairodus, Fig. 390) denken, dessen obere Eckzähne handlang hervorsprangen und den ganzen Oberkiefer gleichsam in einen Doppeldolch verwandelten; wofür der letzte obere Höckerzahn geschwunden ist. Dieses Gebiß scheint sich aber doch mehr oder weniger als eine Uebertreibung des Raubthiergebisses herausgestellt zu haben, da das Thier den Rachen unnatürlich weit aufreißen mußte, um ein Beutestück zu erfassen. Der Unter-

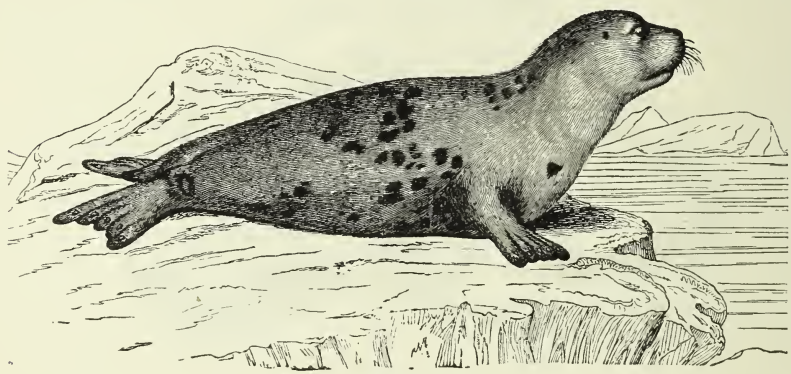


Fig. 391.
Phoca vitulina.

kiefer mußte, ähnlich wie bei den Dinoceraten (S. 513), eine Einbiegung erfahren, damit die Eckzähne bei geschlossenem Rachen darüber hinweggreifen konnten.

Als einen sehr selbstständig entwickelten Seitenzweig haben wir die Wasser-Raubthiere zu betrachten, bei denen es sich, wie bei den Walen, wiederum um weitgehende Wandlungen der äußern Form handelt. Wenn wir, abgesehen von den Eisbären und ähnlichen Räubern, denen das Wasser doch nicht das eigentliche Lebens-Element ist, die Seehunde und Walrosse neben die Landräuber stellen, so scheint uns der Unterschied so groß nach den verschiedensten Richtungen, daß wir fast daran verzweifeln möchten, in ihnen eine nähere Verwandtschaft, als wie sie der Erwerb ihres Unterhalts begründet, zu finden, allein, wenn wir die Seeotter als Vergleichsobjekt nehmen, so wird uns kaum ein Zweifel zurückbleiben, daß wir unter den marderartigen Raubthieren für sie den Anschluß zu suchen haben. Von den Mardern, Iltissen und Ottern haben sich bekanntlich viele den Fischfang vorbehalten, und einige sind dabei so zu Wasserthieren geworden, daß sie sich auf dem Festlande höchst ungeschickt bewegen, und ihr Fleisch in katholischen Ländern früher als un-

beanstandete Fastenspeise galt. Die schwimmende Fischotter mit ihren gradaus rückwärts gestreckten Hinterbeinen erinnert sofort an die Seehunde, bei denen diese Hinterbeine sich beinahe zu einer horizontalen Schwanzflosse, wie derjenigen der Walthiere genähert haben (Fig. 391), die aber aus dem verbreiterten Schwanze entstanden ist, der bei den Robben frei hervorragt. Das Gebiß hat eine erhebliche Umgestaltung erfahren, da der Reißzahn den Wasserraubthieren bei ihrer kleineren Beute überflüssig wurde und auch die Eckzähne mit Ausnahme des Walrosses, bei welchem sie gewaltig hervorragen, meist zurücktraten, so daß eine gewisse Uebereinstimmung in der Gestalt namentlich der Backenzähne unter einander eintrat, wodurch das Gebiß sich demjenigen der Delphine und fleischfressenden Wale überhaupt näherte. Dementsprechend sind einzelne Naturforscher der Ansicht, daß die fleischfressenden Wale durch eine weitere Umbildung robbenartiger Thiere entstanden seien, wobei die ausgestorbene Familie der Zeuglodonten (S. 549) den Uebergang gebildet haben sollte. Diese Ansicht ist von Huxley und Gill vertreten worden, aber der neueste Bearbeiter der fossilen Walthiere, F. Brandt, spricht beiden Hypothesen die Haltbarkeit ab, so daß die bestehenden Aehnlichkeiten als Folgen convergenter Züchtung betrachtet werden müssen. Die geographische Verbreitung anbetreffend, sind Land- und See-Raubthiere mehr als andere Säugethiere Kosmopoliten und mit Ausnahme der Hyänen, die nur der alten Welt angehören, findet man alle Familien derselben in den vier Welttheilen (immer Australien, in welchem die Säuger nicht über die Beutelthiere hinausgekommen sind, abgerechnet) meist reichlich vertreten. Der australische Hund (Dingo) ist wohl erst mit dem Menschen dort eingewandert.

Zu den Primaten, der höchsten Abtheilung der Säugethiere, rechnete Linné die Fledermäuse, weil sie gewisse Berührungspunkte mit den Halbaffen darbieten, welche mit ihnen wahrscheinlich aus gleichen Anfängen hervorgegangen sind. Sie schließen sich nahe an die Insektenfresser an, die wir als den Grundstamm der höhern Säuger betrachten müssen. In Amerika kommen kleine Fledermäuse schon in den mittleren Eocänschichten vor, in Europa nicht viel später in den Phosphoriten von Quercy, und diese Zeitgenossen der Paläotherien zeigen sich den jetzt lebenden Gattungen so ähnlich, daß man sie in unsere beiden gemeinsten Gattungen Vespertilio und Rhinolophus einreihen konnte, was bei keinem andern Säugethier jener Zeiten angängig wäre. Sie gehören also trotz ihrer früh erreichten Vollendungsstufe zu den conservativsten Thieren, die man kennt. Merkwürdig ist, daß schon bei den ältesten Arten die Fingerknochen eine ähnliche starke Verlängerung zeigen, wie bei den neueren, so daß wir die Verwandlung der fünffingrigen Hände in weit ausgespannte Flugschirme, die wir an der ungebornen Fledermaus staunend verfolgen können, entweder für einen verhältnißmäßig schnell vollendeten Vorgang ansehen müssen, oder annehmen, daß der Prozeß sich weit in die Sekundärzeit zurück erstreckt, und daß

vielleicht Flugbeutler die Ahnen der Flederthiere waren. Das Gehirn dieser lichtscheuen Thiere ist aber gleich dem der Insektenfresser auf einer ziemlich niedrigen Entwicklungsstufe stehen geblieben, was der nahen Verbindung widerspricht, in die man sie mit den Affen gebracht hat. Mit den Halbaffen werden sie durch die Gruppe der Flederhunde verknüpft, die sich, wie die echten Halbaffen, vornehmlich von Früchten nähren, während die eigentlichen Fledermäuse Insektenfresser geblieben sind.

Die Halbaffen oder Lemuren verdanken ihren ersteren Namen der in einigen ihrer Glieder ausgesprochenen Affenähnlichkeit, den zweiten ihrer nächtlichen Lebensweise und öfters abenteuerlichen, gespensterartigen Physiognomie. Es sind im Allgemeinen sanfte, weichpelzige Thiere, die sich von Früchten und Insekten nähren, also Allesfresser, die eine gemischte Nahrung zu sich nehmen und unter Umständen auch einen kleinen Vogel als Beute nicht verschmähen. Man rechnete sie früher zu den Affen, weil sie wie diese sogenannte Vierhänder sind, d. h. an allen vier Gliedmaßen den Daumen oder die große Zehe den vier andern Fingern gegenüberstellen und sie also sämmtlich als Greif-Organe (Hände) brauchen können. Allein diese Vierhändigkeit, welche, wie wir bald sehen werden, auch dem Menschen eigenthümlich ist, obwohl ihre Betonung hauptsächlich zum Zwecke hatte, ihn als Zweihänder von seinen nächsten Verwandten zu trennen, findet sich bereits bei einigen Beutelthieren (Handbeutlern) vor, und ergiebt sich deutlich als eine Anpassungs-Eigenthümlichkeit der auf Bäumen lebenden Thiere, die sich dieser Bildung mit vielem Nutzen beim Klettern bedienen.

In ihrer Gemeinschaft findet man, trotzdem sie nur eine beschränkte Artenzahl umfaßt, ähnlich wie bei den Beutelthieren, eine Anzahl bei aller sonstigen Uebereinstimmung sehr unähnlicher Vettern: ein Paar Insektenfresser, einen Nager, ein Flatterthier und endlich eine etwas größere Anzahl von Thieren, die man, wenn die Andern Halbaffen genannt werden, Dreiviertelsaffen nennen müßte, da sie sich ziemlich eng an die Ganzaffen anschließen. In dem seltsamen Fingerthier oder Aye-Aye von Madagaskar glaubt man nach seinem Gebisse ein ganz echtes Nagethier vor sich zu haben, der fliegende Hund oder Flattermaki der ostindischen Inseln gleicht trotz seiner pelzbewachsenen Flügel den Fledermäusen, die Ohraffen und Tarsenthiere, welche auf der Ostküste Afrikas und einigen ostindischen Inseln leben, machen den Uebergang zu den Insektenfressern, die dem Grundstamme der Familie am nächsten stehen dürften, wie der Rest zu den echten Affen. Zugleich ist die Bildung, namentlich der Hinterfüße, sehr verschieden; dem fliegenden Hund mangelt die Gegenüberstellbarkeit des Daumens, das Fingerthier trägt mit Ausnahme des Daumens an allen Fingern, die übrigen Zugehörigen nur am Zeige- und Mittelfinger oder an einem von beiden, Krallen, während die andern Finger platte Nägel haben. Bei den Tarsen-

thieren zeichnen sich die Hinterbeine überdem durch eine sehr verlängerte Fußwurzel aus.

So auseinandergehende Bildungen in einer sonst übereinstimmenden kleinen Abtheilung legen immer die Vermuthung nahe, daß wir es bei ihnen mit vereinzelten Resten einer ehemals formenreicheren Familie zu thun haben, in der die heute so stark von einander abweichenden Ueberbleibsel durch zahlreiche Mittelformen zusammengehalten wurden. Und diese Vermuthung wird dadurch unterstützt, daß die Verbreitung dieser Thiere ebenso zersplittert erscheint wie die Formen selbst; mit Ausnahme einiger wenigen Arten, die auf dem Festlande von Ostafrika und in Vorderindien wohnen, sind nämlich die andern über die Inseln zerstreut, welche zwischen Ostafrika und Südasien liegen, während weder das asiatische Festland, noch Europa, Amerika oder Australien auch nur ein einziges hierhergehöriges Thier aufweisen. In der Vorzeit war dies jedoch anders, und sowohl in Nordamerika als in Mitteleuropa hat man neuerdings die Reste zahlreicher uralter Halbaffen gefunden. Im untern Eocän von Neu-Mexico traf man die Reste zweier Thiere, welche als die Urtypen zweier Primatenfamilien angesehen werden können. Die eine, wegen ihrer Beziehungen zu den Lemuren Lemuravus getaufte Art muß unbedingt als die in ihren Charakteren verallgemeinertste Affenart betrachtet werden, die man bis jetzt überhaupt kennt. Sie besaß gleich allen ältesten Placenta-Thieren 44 Zähne, die oben wie unten einander in unmittelbarer Reihe folgten, während alle übrigen Affen weniger Zähne besitzen und die heutigen Lemuren speciell größere oder kleinere Lücken zwischen den obern Schneidezähnen aufweisen. Das Gehirn war nahezu glatt, d. h. die Windungen kaum hervortretend und von mäßiger Größe. Das Skelet ist dem der Lemuren ähnlich. Eine zweite Gattung dieser ältesten Affen (Lemuraviden) wurde wegen der Aehnlichkeit seines Gebisses mit dem der Schweine Hyopsodus genannt. Die andre untereocäne Gattung war zwar ebenfalls den Lemuren verwandt, zeigt aber schon einige Uebereinstimmungen mit den amerikanischen Affen, die, wie man weiß, von den altweltlichen Affen durchaus verschieden sind, namentlich mit dem Krallenäffchen (Hapale). Ihr Gebiß enthielt nur noch 40 Zähne. Zu dieser Limnotherium genannten Gattung gehören etwa zehn Arten, die immer noch von so verallgemeinerter Bildung waren, daß man in ihrem Skelet deutliche Beziehungen zu den Raubthieren einerseits und zu den Hufthieren andererseits gewahrt.

Diese Aehnlichkeiten der ältesten Halbaffen mit omnivoren Hufthieren sind auch bei den hierhergehörigen europäischen Formen aufgefallen. Der älteste in den eocänen Schichten Europa's gefundene Halbaffe, Adapis parisiensis, wurde von Cuvier zu den Schweinen gestellt, während andererseits Richard Owen unter dem Namen Eopithecus einen wirklichen Bunodonten beschrieb, der jetzt als Hyracotherium zu den Schweinen gerechnet wird. Man wird über die Aehnlichkeit des Gebisses mit dem der schweineartigen Thiere nach

der hierstehenden Abbildung urtheilen können, welche Schädel und Kinnladen eines Thieres darstellt, welches in den Phosphoriten von Bédner in Frankreich gefunden wurde und von Gervais und Gaudry für einen Lemuren, von Filhol dagegen für einen Bunodonten gehalten wird (Fig. 392). Einem andern, in den Phosphoriten von Quercy in Frankreich gefundenen Halbaffen hat Gervais, um allen Streit zu vermeiden und doch die doppelte Verwandtschaft auszudrücken, den Namen eines Affenschweins (Cebochoerus) beigelegt. Selbst ein echter Affe, der Bergaffe (Oreopithecus) aus den miocänen Schichten des Monte Bamboli im Toskanischen zeigt noch diese stark an Pachydermen erinnernde Zahnbildung. Alles dies dient dazu, die mehrfach auf den früheren Seiten dieses Buches geäußerte Ansicht zu bestätigen, daß die ältesten Huf- und Krallenthiere viel näher mit einander verwandt waren, als man heute denken sollte, und daß sie alle von einander sehr nahe stehenden insektenfressenden Urformen mit verallgemeinerter Bildung aller Theile abstammen. Letztere Auffassung wird noch unterstützt durch einen neuern Fund von V. Lemoine, der in den untersten eocänen Schichten von Rheims die Reste von vier Arten einer neuen Insektenfresser-Gattung antraf, die auf der einen Seite an Spitzmäuse, auf der andern an Adapis-Arten erinnert und darnach Adapisorex getauft wurde.

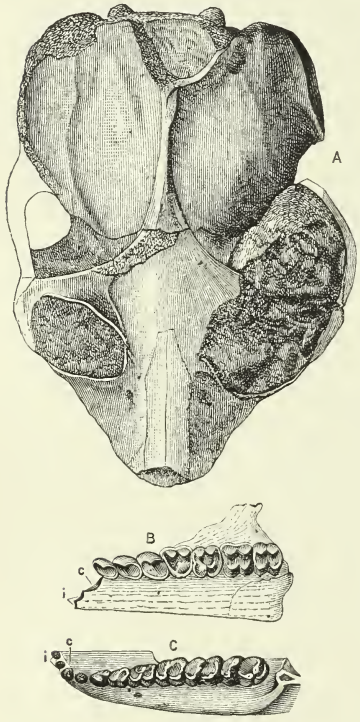


Fig. 392.
Adapis Duvernoyi (Palaeolemur Betillei). A Schädel. B Obere und C untere Kieferhälfte (in natürlicher Größe). c i Eck- und Schneidezähne. Nach Gaudry.

Im Jahre 1881 hat E. Cope sogar einen „menschenähnlichen" Halbaffen (Anaptomorphus Homunculus) in den eocänen Schichten Nordamerika's gefunden. Es war ein Thier von der Figur des amerikanischen Seidenäffchen (Uistiti) mit großen Augenhöhlen, wie bei den Koboldmakis, aus denen wir auf eine nächtliche Lebensweise schließen können. Im Oberkiefer besaß er blos noch zwei Lückenzähne, wie die Indrisinen Madagaskars, aber diese Zähne waren von der zweilappigen Gestalt derjenigen der höhern Affen und des Menschen. Die Eckzähne sind klein und ihre Spitzen überragen kaum die Kronen der Lückenzähne, sie stehen in der zusammenhängenden Reihe, wie beim Menschen, und die Schneidezähne sitzen grade und nicht nach vorn geneigt, wie bei der

Mehrzahl der Lemuren. Die Gehirnhemisphären waren von einer für ein eocänes Säugethier höchst bemerkenswerthen Größe, denn sie breiteten sich bis zwischen die Augenhöhlen aus, aber ihr vorderer Theil war noch ohne Windungen. Auch in der Abnahme der Größe der Backenzähne von vorn nach hinten und in der Gaumenbildung treten menschliche Züge hervor.

Was die Affen im engern Sinne betrifft, so kann wohl kein Zweifel darüber sein, daß wir die Wurzeln ihres speziellen Stammbaumes bei den Lemuren zu suchen haben. Einzelne an den Ergebnissen der modernen Forschung nörgelnde Zoologen haben sich allerdings bis zu dem kühnen Schlusse verstiegen, daß Halbaffen und Affen gar nicht miteinander verwandt seien, und wenn man von der Betrachtung gewisser aberranter Formen, deren Zugehörigkeit nicht über allen Zweifel erhaben ist, ausgeht, kann man sich leicht die Anknüpfung schwer machen. Unter die hauptsächlichsten Unterschiede gehört die völlige Abschließung der Augenhöhlen, die bei den Halbaffen mit den Schläfengruben in Verbindung stehen, durch eine Knochenwand, und diese Abschließung wird erst bei den Anthropoiden und dem Menschen vollständiger. Aber auch in dieser Richtung führt eine unverkennbare, wenn auch durch das Aussterben einiger Mittelglieder manche Lücken zeigende Entwicklungsfolge von den Halbaffen durch die niedern und höhern Affen bis zum Menschen. Die langschwänzigen Makis nnd der fast schwanzlose Indri von Madagaskar, die ebenfalls fast schwanzlosen Loris Indiens und Ceylons reichen nahe an die eigentlichen Affen hinan, obwohl sie ein behaartes Gesicht und einen spitzschnautzigen, fuchsartigen Kopf besitzen, auch noch einen Krallnagel an der einen Zehe bewahrt haben, während die Affen im engeren Sinne ein kahles Gesicht zeigen und mit Ausnahme einiger amerikanischen Arten keine Krallnägel besitzen. Bekanntlich hatte Cuvier den Ausspruch gethan, daß es keine fossilen Affen gäbe, der Affe sei wie der Mensch ein Geschöpf der neuesten, jetzt bestehenden Schöpfungsperiode. Ein Fund vermeintlicher Affengebeine, den Lyell und Owen im Jahre 1839 machten, schien diese Meinung zu bekräftigen, denn er erwies sich, wie schon erwähnt, als zu den Bunodonten gehörig. Der erste fossile Halbaffe wurde 1862 von dem Pfarrer Cartier im eocänen Bohnenerz von Egerkingen in der Schweiz gefunden, und dieser schweizerische Halbaffe, der nach der gefundenen Kinnlade die Größe der amerikanischen Brüllaffen (Mycetus) besaß und den Namen des lemurenartigen Neuaffen (Caenopithecus lemuroides) erhielt, erwies sich dadurch als höchst interessant, daß er nach der sorgfältigen Untersuchung von Rütimeyer einerseits den Lemuren noch sehr nahe stand, andererseits die Kennzeichen der neuweltlichen Affen mit denen der altweltlichen verband.

Die Affen der neuen Welt unterscheiden sich nämlich heute von denen Asiens, Afrikas und Alteuropas sehr wesentlich, in mehreren Einzelheiten, so daß man leicht zwei ganz verschiedene Entwicklungszweige in ihnen erkennt. Die Affen der alten Welt sind, um es mit einem Worte zu sagen, menschen-

ähnlicher. Sie haben eine mehr oder weniger hervortretende Nase, mit schmaler Scheidewand, bei der die Nasenlöcher sich nach unten öffnen (Schmalnasen Catarhinae), während die amerikanischen Affen eine breitgedrückte Plattnase mit seitwärts geöffneten Nüstern besitzen und darnach Platyrhinae getauft wurden. Zu diesem anscheinend weniger wesentlichen, aber durchgreifenden und daher für die Systematik wichtigen Unterschiede kommen andere, weniger allgemeine. Die Affen der alten Welt haben ganz das Gebiß des Menschen, wenn auch die Eckzähne mehr hervorragen, diejenigen der neuen Welt haben vier Lückenzähne mehr. Der Unterschied, welchen in dieser Beziehung die Abtheilung der Krallenaffen macht, zu denen die niedlichen Löwen-Aeffchen gehören, ist mehr ein scheinbarer, als ein wirklicher. Sie haben nämlich ebenfalls zweiunddreißig Zähne, wie die altweltlichen Affen und der Mensch, allein, wenn man genauer zusieht, haben sie doch vier Lückenzähne mehr, und die scheinbare Uebereinstimmung kommt nur dadurch zu Stande, daß ihnen an Stelle dieses Zuwachses vier Mahlzähne verkümmert sind, so daß die Gesammtzahl der Backenzähne dieselbe bleibt. Sie geben sich übrigens noch sonst als ein eigenartig entwickelter Seitensproß darin zu erkennen, daß bei ihnen, mit Ausnahme der großen Zehe, sämmtliche Endglieder Krallen tragen. In der Eocän-Zeit bestand also dieser Unterschied neuweltlicher und altweltlicher Affen, der sich in späteren Funden bereits deutlich ausprägt, noch nicht, der lemurenhafte Neuaffe der Urschweiz und seine Verwandten vereinigten die Kennzeichen der amerikanischen und altweltlichen Affen, wie im tertiären Moschusthier Rind und Reh vereinigt waren.

Fig. 393.
Schädel von Mesopitheeus Pentelici aus dem obern Miocän von Pikermi. Nach Gaudry.

An diese niedrigsten fossilen Affen schließen sich aus den mittleren Tertiärschichten (Miocän) zahlreichere Artenfunde an. Während seit Menschengedenken der Felsen von Gibraltar der einzige europäische Ort war, an welchem man, wie auf einem von Afrika vorgeschobenen und vergessenen Posten, eine Affenart antraf, war Südeuropa, namentlich die Mittelmeerländer, in der Miocänzeit anscheinend nicht arm an Affen, welche den noch heute lebenden indischen und afrikanischen Arten, namentlich den Schlankaffen und Makakos, den Stummelaffen und Meerkatzen so nahe standen, daß man sie theilweise kaum zu eigenen Gattungen erheben mag. Besonders in Griechenland hat man viele Ueberreste derselben gefunden, doch ziehen sich Spuren derselben

bis nach Süddeutschland herein. Von besonderem Interesse darunter ist der im Miocän von Toskana gefundene Bergaffe (Oreopithecus), der wie durch eine Art Atavismus, sehr denen der Bunodonten ähnliche Zähne aufweist, und der griechische Mittel-Affe (Mesopithecus Pentelici Fig. 393), den man anfangs für eine Mittelform zwischen Schlankaffen und Gibbon hielt, der aber seinen Namen anderweitig verdient hat, da er mit dem Gliederbau einer Meerkatze den Schädelbau eines Schlankaffen (Hylobates) vereint. Allein diese den mittleren Arten nahe stehenden, vorweltlichen Affen erregen nicht entfernt das Interesse, welches sich an diejenige zweier menschenähnlichen Affen knüpft, welche schon in der Miocänzeit in Europa lebten. Beide standen den indischen Gibbon's nahe, der eine, dessen Spuren man in der Schweiz und in Frankreich entdeckt hat, so sehr, daß man ihn einfach der Gattung, zu welcher die Gibbon's gehören, zugezählt und den antiken Waldgänger (Hylobates [Pliopithecus] antiquus) getauft hat. Versuchen wir es, nach den Beschreibungen, welche uns die Reisenden von den Gewohnheiten der heute lebenden Gibbon's gegeben haben und auf die wir im folgenden Kapitel zurückkommen werden, ein Bild von den Bewohnern unserer mitteleuropäischen Braunkohlenwälder zu machen, so erhalten wir den Eindruck, als träte uns in diesem Thiere der Wald-Mensch jener Zeit entgegen.

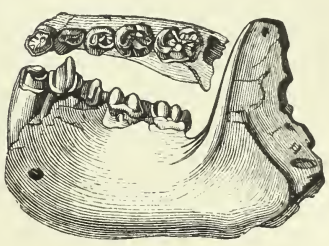


Fig. 394.
Unterkiefer des Dryopithecus Fontani von St. Gaudens nebst einer von oben gesehenen Zahnreihe.

Ein anderer gibbonartiger Affe der Miocänzeit, von welchem man Reste im südlichen Frankreich und in Württemberg aufgefunden hat, der Waldaffe (Dryopithecus Fig. 394) besaß noch mehr Menschenähnlichkeit als die heute lebenden Gibbon's und in der Bildung des steil abfallenden Unterkiefers (d. h. des Kinns) eine menschlichere Physiognomie, als alle heute lebenden menschenähnlichen Affen. Die Zähne besaßen zum Theil so viel Uebereinstimmung mit denjenigen des Menschen, daß in Schwaben gefundene Exemplare derselben von den erfahrensten Kennern fossiler Knochen ohne Zögern dem Menschen zugeschrieben worden waren. Da aber bis jetzt nichts als Theile vom Kiefer und Oberarm gefunden worden sind, so läßt sich nicht sagen, ob der Waldaffe auch in andern Rücksichten menschenähnlicher gewesen sein mag, als Orang und Chimpanse, zwischen denen er seiner Größe nach etwa in der Mitte gestanden zu haben scheint. Jedenfalls gebührt der alten Welt der Ruhm, die Vorfahren des Menschen beherbergt zu haben, denn nie hat man in den Schichten der neuen Welt die Spuren eines näheren oder entfernteren thierischen Verwandten des Menschen gefunden.

Wir sehen, die Säugethiere hatten sich bereits in der mittleren Tertiär-

zeit nahezu bis zu den höchsten Formen erhoben, welche sie und die Thierwelt bis jetzt erreicht haben. Es dürfte den Forscher kaum mehr Wunder nehmen, wenn ein neuer glücklicher Fund auch weniger zweifelhafte Spuren des Menschen, als man sie bisher gefunden haben will, aus jenen ungeheuer weit entlegenen Zeiten zu Tage brächte. Denn sein Auftreten in jener Epoche hätte nach der Auffindung des Dryopithecus nichts Auffälliges mehr und die Erscheinung eines Vernunftwesens in dieser Abtheilung war, wenn man so sagen darf, in den Grundlagen vorbereitet und ermöglicht durch den rapiden Aufschwung, welchen die Entwicklung des Gehirnes unter den Säugethieren genommen hatte. Es scheint angemessen, auf diesen schon im Eingange des Kapitels angedeuteten Umstand hier einen rückschauenden Blick zu werfen, um so weit es möglich ist, einen Einblick in das Wachsen der Seele während der Vorwelt zu gewinnen. Das Gehirn deutet sich in den niedersten Wirbelthieren, wie in den Anfängen der allerhöchsten, als eine vordere kölbchenartige Anschwellung des Rückenmarkes an, welche durch Einschnürung erst in drei, dann in fünf hintereinander liegende Bläschen getheilt wird. Aus diesen Bläschen entstehen der Reihe nach das Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn, Theile, welche sowohl in ihrer gesammten, wie in ihrer beziehungsweisen Entwicklung bei den einzelnen Thierklassen große Verschiedenheiten darbieten.

Das Gehirn eines Fisches ist im Vergleiche zu dem Rückenmarke und den von demselben ausstrahlenden Nervenmassen sehr klein, und insbesondere treten die beiden Halbkugeln des Vordergehirnes, in denen man den Sitz der höhern seelischen Thätigkeiten gefunden hat, auffallend gegen die übrigen Theile zurück, während gewisse bei den höhern Thieren fortschreitend mehr zurücktretenden Theile, namentlich die sogenannten Riechlappen, hier stark entwickelt sind. Bei den niedern Thieren ist eben der Geruchsinn einer der wichtigsten Sinne, sie riechen sich sozusagen durch die Welt. Bei den Amphibien, Reptilien und Vögeln nimmt die Gesammtmasse des Gehirnes im Verhältniß zum Körperbau erheblich zu, und das Vorderhirn hat an dieser Vergrößerung den hervorragendsten Antheil, obwohl es erst bei den Amnioten (Reptilien, Vögeln und Säugethieren) seine gewöhnliche Bezeichnung als Großhirn zu verdienen beginnt. Gleichwohl treten bei den Monocondylien (Reptilien und Vögeln) noch ebenso wie bei den niedern Wirbelthieren Mittelgehirn und Theile des Hinterhirns besonders hervor, während sie bei den Dicondylien (Säugern) den Halbkugeln des Vorderhirns weitaus den Vorsprung in der Weiterentwicklung lassen und ihrerseits im Hintergrund bleiben und zurücktreten. Es beginnt das Uebergewicht des Geistes in der Natur sich vorzubereiten. Bei den niedersten Säugern, den Schnabel- und Beutelthieren, sowie selbst noch in der niedersten Abtheilung der Placenta-Thiere, bei den Zahnarmen, ist ein sehr wesentlicher Theil des Gehirnes der höhern Thiere, der die beiden Halbkugeln verbindende Schwielenkörper, noch kaum

angedeutet, so daß erst bei den höhern Placenta-Thieren das Gehirn gleichsam im Rohbau vollendet wird. Nachdem durch diesen Schwielenkörper die Verbindung der beiden Hälften des Großhirnes eine vollständigere und innigere geworden ist, läßt sich der gesammte weitere Fortschritt als ein schrittweises Ueberflügeln der andern Hirntheile durch diese beiden immer weiter auswachsenden Hälften bezeichnen, bis sie zuletzt dem von oben herabschauenden Beobachter sämmtliche Theile des Gehirns bis zu den hintersten bedecken.

Selbstverständlich würde der Gehirnbau der jetzt lebenden Thiere für sich nicht ausreichen, sichere Schlüsse auf ein Wachsthum dieses Organs in der Zeit zu machen. Aber gestützt auf den Umstand, daß das Gehirn die Schädelhöhle völlig ausfüllt, haben O. C. Marsh und andre Paläontologen in den letzten Jahren gezeigt, daß das Gehirn in allen Thierklassen an Umfang zugenommen hat, und daß auch diejenigen jetzt lebenden Thiere, welche schon in früher Vorzeit Verwandte besaßen, dieselben in geistiger Beziehung weit überragen (vergl. S. 443 und S. 511). Das Gehirn von Coryphodon (Fig. 395) war ebenso, wie dasjenige aller eocänen Säugethiere, außerordentlich klein; es ragt kaum über dasjenige der älteren monokondylen Wirbelthiere hinaus; das Großhirn übertrifft kaum an Größe die später völlig zurücktretenden Riechlappen. Das absolute Verhältniß der Gehirngröße zur Körpergröße ist sogar in den Gruppen der weniger begabten Hufthiere seit der Eocänzeit auf das acht- bis zehnfache gewachsen, und diese Zahl wird noch erstaunlicher, wenn man in Betracht zieht, daß dieser Zuwachs vornämlich den Hemisphären des Großhirns zu Gute gekommen ist, in denen man den Schauplatz der höhern geistigen Vorgänge vermuthet. Dabei scheint auch der Bau an Gliederung zugenommen zu haben, wenigstens hat sich die Zahl der äußern Windungen vermehrt. Wir sehen somit, wie sich der Schwerpunkt der Entwicklung deutlich in das Vorderhirn verlegte, und nicht daran zweifelnd, daß in der Vorzeit noch mehr als heute den Großhirnen der Vortheil im Kampf um's Dasein zufallen mußte, sehen wir da ein Organ heranwachsen,

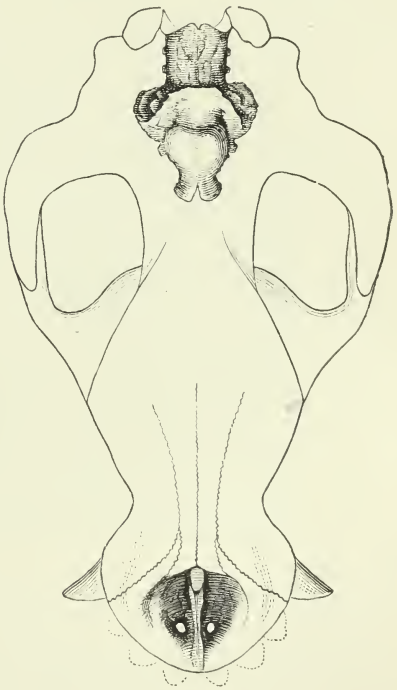


Fig. 395.
Schädelumriß und Gehirnabguß von Coryphodon hamatus Marsh (ca. 1/5 der natürlichen Größe).

welches in einer bestimmten Gruppe zur Grundlage einer ganz neuen, über das Thier hinausführenden Entwicklung werden konnte.

Was nun die Ausbildung des Gehirnes bei den Affen betrifft, so erreicht hier das Wachsthum der Großhirnhälften die höchsten Grade, so daß sie schließlich alle übrigen Theile bedecken. Bei den Halbaffen ist, von oben gesehen, noch ein Theil des Kleinhirns sichtbar, aber bei allen echten Affen, den altweltlichen wie den neuweltlichen und nicht allein bei den menschenähnlichen, ist diese Bedeckung eine ebenso vollkommene wie beim Menschen selber. Mit der vorschreitenden Entwicklung des Vorderhirnes steht das Auftreten immer zahlreicherer und tieferer Windungen seiner Oberfläche in einem gewissen Verhältniß. Es ist dies jedoch kein einfaches Verhältniß, denn es tritt hierbei die Körpergröße des Thieres in Betracht, und die kleineren Thiere haben fast durchweg weniger gewundene Gehirnoberflächen als die größeren derselben Stufe, als wenn sie sich bei der Kleinheit ihrer Schädel eine solche Raumverschwendung nicht erlauben dürften. Auf die Uebereinstimmung der allgemeinen Umrisse des Gehirnbaus bei Affen und Menschen wird im nächsten Kapitel ausführlicher einzugehen sein.

So schwierig eine gerechte Würdigung des Seelenlebens der Thiere ist, so zweifeln wir doch kaum daran, daß dieses allmälige Weiterwachsen der Großhirnhälften, bis sie das Mittel- und Hinterhirn völlig bedeckten, von einem Zuwachs an seelischen Fähigkeiten begleitet sein mußte. Wir zweifeln kaum im Ernste daran, daß die Beutelthiere weniger begabt sind als die Placenta-Thiere, wir halten die Faulthiere unter diesen ohne Bedenken für die auch geistig trägsten. Wir wissen, daß die Indeciduaten, zu denen von unsern näher studirten Hausthieren das Schaf, Rind, Kameel, Esel und Pferd gehören, geistig bei Weitem nicht so regsam, so schlau und geweckt sind, als die Deciduaten, zu denen Hund, Katze, Fuchs, Elephant und Affe zählen. Es kommt in Betracht, daß die geistigen Fähigkeiten der Thiere in diesen höhern Regionen nicht mehr blos körperlich vererbt, sondern durch eine Art Jugenderziehung befördert werden. Mit der innigeren Verwachsung von Mutter und Kind, nach welcher wir die verschiedenen Säugerklassen abgegrenzt haben, entwickelt sich stufenweise die Mutterliebe, welche bekanntlich bei den Affen bis zur Uebertreibung geht. Das junge Wesen braucht nicht mehr, wie in allen andern Abtheilungen des Thierreichs, mit Ausnahme der höhern Vögel, selbstständig seinen Weg durch die Welt zu suchen, es braucht nicht mehr, wie seine Vorfahren, in der Weltklugheit jedesmal wieder von vorn anzufangen, sondern es wird von seinen Eltern unterwiesen, belehrt und gewarnt und mit diesem Umstande scheint mir das rapide Wachsthum der Hirnmasse bei den Säugern in einem zweifellosen Zusammenhange zu stehen. Das allgemeine Denkvermögen der Materie, welches im lebenden Protoplasma lebendig und persönlich geworden, lokalisirt sich als Bewußtsein in den Vorderräumen des Gehirnes; das Thier bedarf hinfort der Lehre und Unter-

weisung wie des täglichen Brotes, während das dem ganzen Körper eingelebte Wissen und Können, was man Instinkt nennt, immer mehr zurücktritt, bis es im Menschen kaum noch bemerkbar erscheint.

Zum Schluß dieses Kapitels werfen wir, wie in den frühern, noch einen kurzen Blick auf die persönliche Entwicklung der hierhergehörigen Thiere und finden, daß sie wirklich wie wir es den paläontologischen Funden gemäß an-

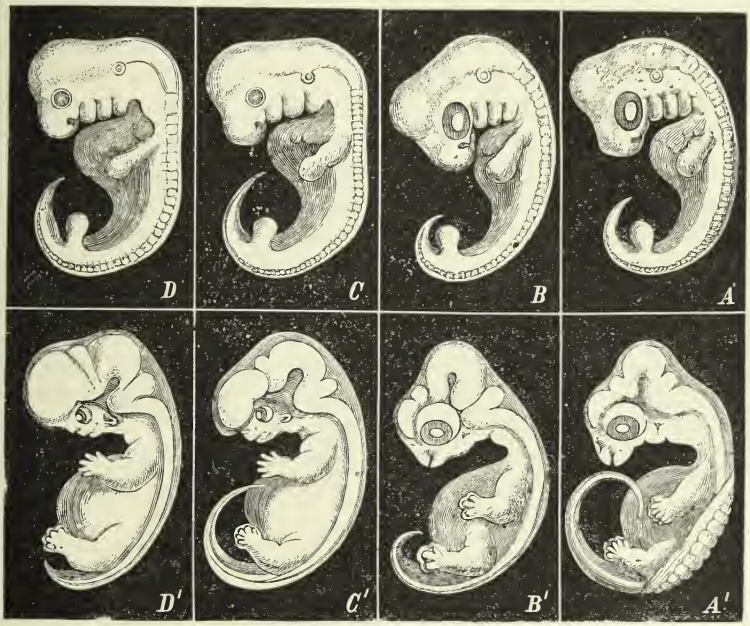


Fig. 396.
Embryonen von Schildkröte (A A'), Huhn (B B'), Hund (C C') und Mensch (D D') in zwei Entwicklungsstufen. In der oberen Reihe sind die Thiere in ihrer vierten, in der untern aus der sechsten und achten Woche (das Huhn vom vierten resp. achten Tage) dargestellt. Während des ersten Stadium erscheinen am Halse noch drei Kiemenbögen und das Gesicht gewinnt erst während des zweiten erkennbare Formen. Ebenso sondern sich die Endgliedmaßen erst während des letzteren, in welchem das Schwänzchen auch beim Huhn und Menschen noch sehr stark entwickelt ist.

nehmen müssen, aus nahezu gleichen Anfängen hervorgehen. Ja, wie wir aus der vorstehenden Figur (396) ersehen, gleichen die Säuger in ihren frühesten Jugendzuständen sogar den Fischen in der Wiederkehr der früher beschriebenen Kiemenspalten, wobei man Fig. 273 mit den abgebildeten Embryonen vergleichen wolle. Wir können diese Entwicklung hier nicht im Einzelnen verfolgen und wollen nur hinzufügen, daß die mehrerwähnten Umbildungen der Gliedmaßen, als späteste Erwerbungen, in den frühesten Jugendzuständen noch nicht bemerkbar sind. So ist die Hand einer Fledermaus ursprünglich ganz so gebildet, wie die Hände anderer Säuger-Embryonen und erst nachträglich

tritt die enorme Verlängerung der vier Flugfinger ein. Ebenso werden bei den Pferden ihre nur bei den ältesten Vorfahren in besonderer, getrennter Erscheinung vorhandenen Ellen- und Wadenbeine vollständig angelegt, aber nachher ebenso wie die überzähligen Zehen wieder zurückgebildet, und ebenso erscheinen sogar die verlorenen Zähne der Vorfahren unserer Wiederkäuer und Wale im embryonalen Leben, um, ohne irgend einen Dienst geleistet zu haben, wieder zu verschwinden. Andrerseits kehrt nach Rütimeyer im Milchgebiß vieler Thiere, das von dem bleibenden sehr verschiedene, meist vollständigere Gebiß ihrer Ahnen wieder. So gleicht das Milchgebiß der Moschusthiere dem des Anoplotherium, das der Pferde, Kamele und Elephanten, dem bleibenden Gebiß ihrer fossilen Vorgänger, und es erneuert auch hier, das gegenwärtige Leben in kurzen Zügen das Gedächtniß des Vergangenen, natürlich nur die von den Vorfahren wirklich durchlaufenen Stufen, nicht aber, wie es oft irrthümlich dargestellt wird, die aller tiefer stehenden Klassen. So erinnern in der Entwicklung der Säuger allerdings gewisse vorübergehende Körperzustände an die Kloakenthiere, und bleibende Bildungen an die Beutelthiere, aber natürlich hat der angehende Säuger weder die Zustände abweichender Zweige der Reptilien noch der Vögel zu durchlaufen. Die nähere Begründung dieser Gesetze und gewisse Folgen derselben, namentlich die Erscheinungen des sogenannten Rückschlages (Atavismus) und der rudimentären Organe werden wir später genauer zu betrachten haben.

XVI.

Der Haß- und Verachtungs-Paragraph des Naturgesetzes.

(Affe und Mensch.)

> Es ist gefährlich, dem Menschen zu deutlich merken zu lassen, wie sehr er den Thieren gleicht, ohne ihm gleichzeitig seine Größe zu zeigen. Es ist ebenso bedenklich, ihm seine Größe ohne seine Niedrigkeit allzusehr einzuprägen. Es ist noch bedenklicher, ihn über Beides in Unwissenheit zu lassen. Aber es ist sehr vortheilhaft, ihm Beides nebeneinander zu zeigen.
>
> Paskal, Pensées.

Ohne Zweifel ist es ein niederschlagendes Zeugniß von der Gedankenlosigkeit, die selbst in manchen philosophischen, zoologischen und ethnologischen Gelehrtenkreisen herrscht, wenn wir das Kapitel von der Stellung des Menschen in dem Naturganzen noch in unserer Zeit den „Haß- und Verachtungsparagraphen" nennen müssen. Für den tiefern Denker und vorurtheilsfreien Forscher giebt es wenig Naturräthsel, die so klar und ohne einen Zweifel zurückzulassen, gelöst erscheinen, wie die Abstammung des Menschen, und die Frage nach den Ahnen der Walthiere oder der Elephanten tritt ihm für jetzt noch als ungleich schwieriger und verworrener entgegen. Denn gerade in unserem Falle ist die Meinungsverschiedenheit der urtheilsfähigen Forscher so klein, die Fülle der Beweise selbst für den denkfähigen Gegner so erdrückend, daß das seit längerer Zeit zur Mode gewordene, wohlfeile Spötteln und Achselzucken über die sogenannte Affentheorie nur noch die geistige Schwäche und Unfähigkeit beweist, die zwingende Logik naturwissenschaftlicher Schlüsse zu begreifen. Die Vorliebe für die Erhaltung des Bestehenden, welche in politischen und wirthschaftlichen Fragen oft wohlthätig die Neuerungssucht in Schranken hält, artet in rein wissenschaftlichen Angelegenheiten zu einem geistigen Stillestande aus, welcher die Fortschritte der Wissenschaft mit hochtrabender Geringschätzung

betrachtet, weil es ihm ebenso unmöglich ist, der Forschung Fesseln anzulegen, wie ihr zu folgen. So ließ man ehemals die Astronomen ihre Sterne und Planeten betrachten, so lange sie nicht an der dem menschlichen Ehrgeize unentbehrlich erscheinenden Mittelpunktstellung der Erde rüttelten, so hat man selbst Darwin theilnahmlos seines Weges ziehen lassen, so lange er die Abstammung des Menschen außerhalb des Kreises seiner Betrachtungen ließ. Wie hätten sie auch begreifen sollen, daß diese Theorie aller und jeder Folgerichtigkeit entbehren würde, wenn sie den Menschen außerhalb der Natur ließe, jene hochgelahrten Leute, die nicht in jedem Hungergefühl und jedem körperlichen Schmerze, in den Grenzen ihres Denkens und Seins die mahnende Stimme vernahmen, daß der Mensch denselben Naturnothwendigkeiten unterliegt, wie jedes andere Wesen aus Fleisch und Blut.

Recht lehrreich ist das Verhalten der verschiedenen menschlichen Kulturstufen gegenüber jener, wie es scheint, sehr unangenehmen Frage: wo sind wir hergekommen? Ursprünglich und dem Naturzustande näher, fühlt sich der Mensch ganz unbedingt als Glied des großen Ganzen, er betrachtet die Thiere nicht wie der Offenbarungs-Gläubige als untergeordnete, nur zu seinem Unterhalt und zu seiner Bequemlichkeit erschaffene Dinge, sondern als gleichsam ebenbürtige, zum Theil sogar höherstehende, verehrungswürdige Wesen. In den Ländern, wo es menschenähnliche Affen giebt, knüpft sich fast überall an ihre Erscheinung die Voraussetzung, daß sie die Stammältesten des dort wohnenden Menschengeschlechtes seien. Die Dschaitwas von Radschputana leiten ihren Stamm von dem Affengott Hanuman her und deuten als Beweisstück für ihre Meinung auf eine schwanzartige Verlängerung des Rückgrats hin, welche nur ihren Fürsten als körperlicher Vorzug vorbehalten sei. Die wilderen Stämme der malayischen Halbinsel führen ihren Stammbaum auf die unka puteh oder weißen Affen zurück, welche ihre Jungen in die Ebene sandten, wo sie sich so vervollkommneten, daß sie und ihre Nachkommen Menschen wurden, während die, welche in die Berge zurückkehrten, Affen blieben. Eine tibetanische Stammsage erzählt ausführlich, wie die Nachkommen zweier indischen Affen lernten, den Boden zu bebauen, Getreide zu ziehen und zu essen, und wie darauf ihre Schwänze und Haare allmälig verschwanden, wie sie zu sprechen begannen, und Tibet bevölkerten. Wenn diese Mythen selbstverständlich auch nicht auf Erinnerungen an Urzustände, oftmals vielmehr blos auf Spöttereien rivalisirender Stämme zurückführbar sein mögen, so beweisen sie doch ebensowohl, wie die nicht weniger zahlreichen Sagen von der Rückverwandlung den Göttern ungehorsamer Menschen in Affen, — man denke an die griechische Cerkopensage, — wie schwerfällig der moderne, von Vorurtheilen umnebelte Geist in der Anwendung gewisser, fast unmittelbar sich aufdringender Schlüsse der vergleichenden Betrachtung ist.

Es ist begreiflich, daß der Mensch, je mehr er sich durch eigene Kraft über die Thierwelt erhob, um so verdrießlicher wurde, an seine Affenähnlich-

Chimpanſe.

keit erinnert zu werden. Die Verläugnung ihrer Eltern ist ein allen Emporkömmlingen gemeinsamer Zug, sie geben sich, wie es Scribe im Propheten so dramatisch geschildert, für die Kinder Gottes aus, und wollen die irdische Mutter nicht mehr kennen. Sie behaupten natürlich, die Züge dieses göttlichen Ahnen zu tragen, und wenn man sie frägt, warum der Affe nach demselben Ebenbilde geschaffen sei, dann sagen sie, er sei eine Karikatur des Menschen, oder ein entarteter Stamm, wie eben die Cerkopen. So sehr es den meisten Menschen gefällt, wenn Jemand, der sich durch eigene Kraft emporgearbeitet, mit einem gewissen Selbstgefühle auf seine niedere Abkunft hinweist, so selten ist diese Art von berechtigtem Stolz und erscheint sonderbarer Weise als ein Akt der Selbstverläugnung. Die jüdische Lehre vom Sündenfall, welche sich aus natürlichen Ursachen in andern Religionssystemen wiederholt, hat das ihrige gethan, die in viel höherem Grade einer Selbstverläugnung gleichende Lehre von dem versumpften Göttergeschlecht einzuwurzeln.

Eine recht komische Folgewirkung dieser falschen Eitelkeit des Emporkömmlings der Natur sind die fortgesetzten erfolglosen Bemühungen, tiefgreifende Unterschiede im Bau von Menschen und Affen aufzufinden. Der alte Linné, obwohl durchaus rechtgläubig, war ehrlich genug, der Erfolglosigkeit dieser Bemühungen einen offenen Ausdruck zu geben, indem er in seinem System den Menschen mit den Affen (und Fledermäusen) zu einer einzigen Thiergruppe vereinigte, welche er die Vornehmsten (Primaten) nannte. Endlich glaubte der Göttinger Anatom Blumenbach einen wirklich entscheidenden Unterschied zu finden, und zwar in der sogenannten Vierhändigkeit der Affen, wobei er wahrscheinlich einem Ausdruck des Naturforscher Tyson folgte, welcher im Jahre 1699 den Chimpanse (Taf. XIX) einen Vierhänder Quadrumanus) genannt hatte. Diese Bezeichnung bezog sich auf die Fertigkeit der Affen, ihre „Hinterhände" in ähnlicher Weise als Greiforgane zu benützen, wie die Vorderhände, und namentlich, wenn sie sich in ihrem eigentlichen Bereiche, den Wipfeln der Bäume, befinden, zwischen beiden kaum einen Unterschied zu machen. Es ist höchst bezeichnend für die Verlegenheit, in der man sich befand, um Menschen und Affen zoologisch und anatomisch zu unterscheiden, daß die größten Zoologen der neueren Zeiten, sogar ein Buffon und Cuvier kein besseres Trennungsmittel für beide finden konnten, als die Fertigkeit der Affen, ihre große Zehe als Daumen zu gebrauchen, und darnach Zweihänder und Vierhänder unterschieden.

Allein selbst dieser kleine Unterschied erwies sich nicht als stichhaltig. Der berühmte englische Zoologe Huxley wies im Jahre 1863 überzeugend nach, daß der Mensch mit demselben Rechte ein Vierhänder genannt werden dürfte, wie der Affe, daß es aber richtiger ist, beide als Zweihänder zu bezeichnen. Sein Fuß ist, wie die große Zehe beweist, offenbar aus einer sogenannten „Hinterhand", — die man richtiger als Greiffuß bezeichnet, — entstanden, und die Neger und andre Naturmenschen benützen beim Klettern die große

Zehe fast ebenso geschickt als Daumen, wie die Affen, ja das junge Kind der civilisirtesten europäischen Eltern versteht die Hinterhände eben so gut oder schlecht als Greiforgane zu verwenden, wie die Vorderhände. Durch Mangel an Uebung wird die Beweglichkeit der einzelnen Zehen allmälig meistens eingebüßt, indessen wissen die Ostasiaten mit der Hinterhand zu rudern, andere Völker benützen sie beim Weben, wie Jeder auf der Wiener Weltausstellung beobachten konnte, und unter uns produciren sich zuweilen Unglückliche, die ohne Arme geboren sind, und mit den Füßen allerlei Handarbeiten verrichten, sogar eine leserliche Hinter-Handschrift schreiben.

Noch mehr, Huxley bewies, daß zwischen Hand und Fuß wirkliche anatomische Unterschiede bestehen, und daß, während die Aehnlichkeit der Hinterhände der Affen mit wirklichen Händen nur „bis auf die Haut" geht, Uebereinstimmungen aller vier Gliedmaßen mit den entsprechenden menschlichen bestehen, die bis auf die Knochen gehen. Hand und Fuß unterscheiden sich beim Affen grade so wie beim Menschen durch eine verschiedene Anordnung der Knochen, wie durch ein Mehr oder Minder einzelner Muskeln, und dieselben drei Muskeln, die der Fuß des Affen mehr aufweist als die Hand desselben, besitzt auch der Fuß des Menschen in gleicher Anordnung. Auch dieser als einziger Organ-Unterschied benützte Charakter beweist also vielmehr umgekehrt die zoologische Untrennbarkeit des Menschen von den höheren Affen und damit von der ganzen Gruppe. Jenes letzte Mittel der Systematiker muß um so unglücklicher gewählt erscheinen, als es grade die Affen und nicht die Menschen waren, welche die Zweihändigkeit so zu sagen in die Naturgeschichte einführten, indem sie anfingen, die Hinterbeine vorzugsweise als Gehwerkzeuge zu benützen. Mehr oder weniger sehen wir alle menschenähnlichen Affen, den Gibbon, Orang, Chimpansen und Gorilla freiwillig den Gang „auf allen Vieren" aufgeben und sich mehr oder weniger geschickt aufrecht bewegen. Es ist, als ob man in der Reihenfolge der Wesen, in der Erhebung des Kopfes und der Anlenkungsweise des Schädels an die Wirbelsäule, wie in so vielen andern Kennzeichen eine bestimmte Stufenfolge erkennen müßte. Von den niedern Thieren, die kopflos gar keine bestimmte Richtung in ihrer Bewegung zeigen, zu den wagerecht schwimmenden Fischen, dem wenig erhobenen Halse des Reptils, dem steiler aufstrebenden Kopfe des Säugers bis endlich zu der in grader Linie aufrechten Haltung des höheren Affen und Menschen. Wie die neueren Zoologen in der Zweihändigkeit, so haben die alten Philosophen in dem aufrechten Gange des Menschen einen charakteristischen Vorzug desselben vor der Thierwelt erkennen wollen, und in diesem Sinne sagte Ovid vom Weltbildner:

Während zur Erde gebückt, hinblicken die andern Geschöpfe,
Gab er erhabnes Gesicht dem Menschen und ließ ihn den Himmel
Schauen und richten empor, zu den Sternen gewendet das Antlitz.

Orang-Utan-Familie.

Wie wir sehen, ist aber der Affe und nicht der Mensch der Erfinder dieser Gangart, welche sich deutlich als ein unmittelbares Ergebniß des Kampfes um's Dasein ausweist. Ohne Zweifel war der Affe durch die Beschaffenheit seines Gebisses und seine Krallenlosigkeit ziemlich ungünstig bei einer Begegnung mit Thieren der Ebene gestellt. Die Gelenkigkeit seiner Arme nützte ihm nichts, wenn er dieselben nicht frei zu machen im Stande war. Die menschenähnlichen Affen richten sich daher, auch wenn sie gewohnt sein sollten, sonst die Hände zur Unterstützung der Füße beim Gehen zu gebrauchen, im Kampfe, ebenso wie die Bären, vollkommen in die Höhe, und gehen dem Gegner aufrecht entgegen. Es versteht sich, daß eine Uebung in dieser Kampfweise und die Angewöhnung des aufrechten Ganges ihnen bedeutende Vortheile gewähren mußte und so erklärt sich leicht, daß diese Gangart allmälig zu einer regelmäßigen Gewohnheit wurde. Möglich, daß der Aufenthalt in einer bergigen Landschaft, wie Rossi glaubt, ebenfalls von einem förderlichen Einflusse dabei gewesen sein mag. Das Volksräthsel macht schon darauf aufmerksam, daß der Mensch noch heute als Vierfüßler seine Laufbahn beginnt, und nicht ohne einige Mühe später den aufrechten Gang erlernt.

So bereitete sich in den höheren Affen beinahe die gesammte äußere Erscheinung des Menschen vor und selbst die letzten Unterschiede, auf welche der Systematiker einige Hoffnung setzen könnte, verflüchtigen sich bei näherer Betrachtung. Der Schwanz wird bereits von einigen Halbaffen auf einen kleinen, aus wenigen Wirbeln bestehenden Stumpf vermindert, der sich im Verlaufe der Entwicklung, statt nach außen hervorzuragen, einwärts krümmt, und die Eingeweide des aufgerichteten Thieres tragen hilft, so daß keiner der menschenähnlichen Affen diese den niedern Säugern allgemein zukommende Zierde der Thierwelt mehr besitzt. Das Haar beginnt vom Gesicht bis auf Andeutungen des Bartes, der bereits bei den Affen viele Eigenthümlichkeiten des menschlichen Bartes zeigt, zu weichen, selbst auf der Brust wird es bei den menschenähnlichsten Arten immer dünner (vergl. Taf. XX). Aber es ist höchst merkwürdig, daß selbst das dünne Flaumhaar, welches der Mensch von dem dichten Pelze früherer Vorfahren als letztes Andenken behielt, dieselbe Richtungseigenthümlichkeiten bewahrt hat, die sich bei höheren Affen finden. An den Armen vom Orang, Chimpanse und Gorilla ist das Haar nämlich so gerichtet, daß die Spitzen desselben von beiden Seiten gegen den Ellenbogen zusammenlaufen, eine Besondernheit, die wahrscheinlich mit der Gewohnheit dieser Affen, beim Regen die Hände über den Kopf zu halten, zusammenhängt. Und diese bei andern Thieren nicht vorkommende Eigenheit findet sich genau beim Menschen wieder. (Vergl. Taf. XIX—XXI.)

Wir haben schon erwähnt, daß eine völlige Uebereinstimmung aller wesentlichen Theile des Menschen nur bei den Affen der alten Welt zu finden ist, daß die amerikanischen Affen hingegen im Bau ihres Gebisses, der

Nase und anderer Theile entschieden abweichen. Aber bei den ersteren ist die Uebereinstimmung so groß, daß, wie der höchst sorgsam zu Werke gehende Huxley sagt, man ein Organsystem auswählen möge, welches man wolle, immer würde man die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen von den höchst entwickelten altweltlichen Affen (Gibbon, Orang, Gorilla, Chimpanse), trennen, geringer finden, als diejenigen, welche diese letzteren von den niedrigsten echten Affen der alten Welt (Meerkatze, Makako, Pavian) unterscheiden. Man kann darnach die Schwierigkeiten ermessen, welche Linné und andere Zoologen gefunden haben, um ihren Homo sapiens durch eine vollklingende Formel vom Homo Satyrus (Orang) und Homo Lar (Gibbon) zu trennen.

Vergleichen wir zunächst den Skeletbau des Menschen mit demjenigen der menschenähnlichen Affen (Fig. 397), so ergiebt schon der erste Blick erhebliche Verschiedenheiten. Im Besondern fällt die größere Länge der Arme auf, die beim Gibbon so weit geht, daß sie selbst bei aufrechter Stellung den Boden erreichen; sodann die stärkere Entwicklung der Dornfortsätze der Halswirbel, die im Nacken des Gorilla ihre höchste Stufe erreicht, und dann die Schädelbildung mit den hohen Augenhöhlenbogen, besonders bei Chimpanse und Gorilla, wozu sich bei letzterem steile Kämme des Oberschädels gesellen. Allen vier Anthropoiden sind mehr oder minder das Hervorspringen des Gebisses, der sogenannte Prognathismus und in Folge dessen schiefstehende Zähne und der Mangel des Kinns gemeinsam, während der Mensch ein weniger vorspringendes Gebiß und grader stehende Zähne besitzt. Aber wie wir schon in der umstehenden Figur erkennen, handelt es sich hierbei nur um dasjenige, was wir Unproportionalitäten, das heißt vorwiegende Ausbildung einzelner Theile nennen, wovon das Schema des Gerüstes unberührt bleibt, denn nicht ein einziger Knochen desselben ist bei den Anthropoiden regelmäßig vorhanden, der bei den Menschen regelmäßig fehlte, und zum Ueberfluß vermögen wir die Ursachen der vorwiegenden Entwicklung einzelner Gliedmaßen leicht in der funktionellen Anpassung derselben an eine stärkere Inanspruchnahme nachzuweisen. So erklärt sich die Verlängerung der Arme leicht bei Thieren, die sich derselben beständig beim Klettern bedienen und von Ast zu Ast auf weite Entfernungen schwingen, der Prognathismus und die gewaltigen Knochenkämme des Schädels durch die stärkere Inanspruchnahme der Kauwerkzeuge, die Verlängerung der Dornfortsätze durch die Entwicklung eines äußerst muskulösen Halses, eines „Stiernackens", der auch bei einigen niedern Menschenrassen hervortritt, den höhern Rassen aber ebenso wie den Gibbons fehlt.

Dieselbe Uebereinstimmung zeigen Muskel-, Sehnen- und Gefäßsystem beim Menschen und den Anthropoiden, worin sich nur graduelle Abweichungen zeigen. Hinsichtlich des Muskelsystems bietet die stärkere Entwicklung des Nackens und die schwächere der Gesäß-, Schenkel- und Wadenmuskeln die

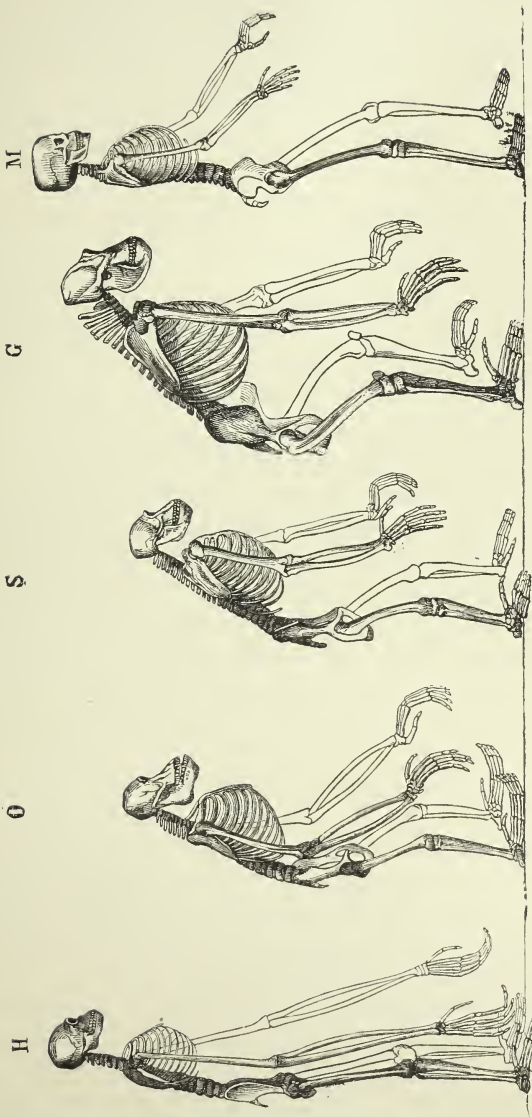


Fig. 397.
Der Mensch und seine nächsten Verwandten unter den lebenden Thieren. (Nach Huxley).
H Gibbon. O Drang. S Chimpanse. G Gorilla. M Mensch.

hervortretendsten Züge der Anthropoiden, aber Jedermann weiß, wie auffallende Unterschiede hierin nicht blos unter den verschiedenen Menschenrassen, sondern auch bei den Individuen derselben Rasse auftreten. Hinsichtlich des Nervensystems hat H. von Ihering kürzlich das Haupt-Ergebniß einer sorgfältigen Vergleichung der peripherischen Nerven in die Worte zusammengefaßt, daß jeder Versuch, dem Menschen in anatomischer Beziehung einen andern Platz anzuweisen, als innerhalb der Anthropoiden, „dem Vorwurfe nicht entgehen könne, andern als sachlichen Erwägungen dabei Rechnung zu tragen".

In den beiden letzten Jahrzehnten hat man noch einige schwache Versuche gemacht, in dem Gehirnbau einen Trennungscharakter zu finden, der sich hören lassen könnte. Namentlich hat der englische Zoologe Owen mit Hartnäckigkeit geltend zu machen gesucht, daß das Gehirn des Menschen in den hintern Lappen des Großhirnes, denen die letzte Entwicklung besonders zu Gute kommt, einige wesentliche Theile (das sogenannte hintere Horn und kleine Seepferdchen) besitze, die allen Affen stets und vollkommen mangelten. Auch dieser letzte Versuch muß als durchaus gescheitert betrachtet werden. Mit Ausschluß der Lemuren oder Halbaffen sind diese Theile wirklich bei allen Affen mehr oder weniger deutlich vorhanden und zwar auch beim Siamang und dem Heulaffen, obwohl, wie neuere Untersuchungen gezeigt haben, bei ihnen jene hintern Lappen etwas weniger als sonst entwickelt sind. Schon 1863 begründete Huxley, nachdem er überzeugend dargethan, daß Owen's Behauptungen auf Unkenntniß thatsächlicher Verhältnisse beruhen, den folgenden wichtigen, bisher nicht widerlegten Satz: „Als ob die Natur an einem auffallenden Beispiele die Unmöglichkeit nachweisen wollte, zwischen dem Menschen und dem Affen eine auf den Gehirnbau begründete Grenze aufzustellen, so hat sie bei den letzteren Thieren, eine fast vollständige Reihe von Steigerungen des Gehirns gegeben, von Formen an, die wenig höher sind, als die eines Nagers, zu solchen, die wenig niedriger sind, als die eines Menschen. Und es ist ein merkwürdiger Umstand, daß, obgleich nach unserer gegenwärtigen Kenntniß ein wirklicher anatomischer Sprung in der Formenreihe der Affenhirne vorhanden ist, die durch diesen Sprung entstehende Lücke in der Reihe nicht zwischen dem Menschen und den menschenähnlichen Affen, sondern zwischen den echten Affen und den Halbaffen sich befindet.

Diese nach ihrer Gehirnbildung geordnete Reihe würde ungefähr lauten: Mensch, Orang, Gorilla, Chimpanse, Gibbon, Schlankaffe, Pavian, Meerkatze, Makako, amerikanische Affen — Halbaffen, und die Lücke findet sich dabei an der Stelle des Gedankenstrichs, denn selbst das Seidenäffchen, die niedrigste der amerikanischen Formen, schließt sich wesentlich näher den echten Affen als den Halbaffen an. Auf Grund dieser Abweichung der Gehirnbildung bei höhern und niedern Affen hatte schon Gratiolet die Trennung der Halbaffen von den echten Affen vorgeschlagen, welche Häckel in seinem zoologischen

Systeme zur Ausführung brachte. Was nun die feinere Ausarbeitung der Gehirnoberfläche anbetrifft, die Vermehrung und Durcheinanderwirrung der Windungen, aus welcher man, wohl nicht mit Unrecht, das höhere geistige Vermögen abzulesen bemüht ist, so finden sich auch hierbei unmerkliche Uebergänge von dem beinahe glatten Gehirn des Seidenäffchen, bis zu dem tief und mannigfach gefurchten Hirne des Orang und Chimpansen, die in dieser Beziehung nicht eben sehr auffallend hinter dem des Menschen zurückbleiben. Und es ist in die Augen fallend, daß die Anordnung der Hauptfurchen des Affenhirns ganz derjenigen des Menschen entspricht. „Die Oberfläche eines Affengehirns stellt eine Art von Umrißzeichnung des menschlichen dar; bei den menschenähnlichen Affen werden immer mehr und mehr Details eingetragen, bis endlich das Gehirn des Chimpansen und Orang dem Baue nach nur in untergeordneten Merkmalen von dem des Menschen unterschieden werden kann." (Huxley.) Da nun aber im Bau des Gehirnes viel größere Unterschiede sichtbar werden, wenn man in dieser Richtung den höhern Affen mit dem niedern, als wenn man ihn mit dem Menschen vergleicht, so kann daraus natürlicherweise kein Grund abgeleitet werden, den Menschen im zoologischen Sinne von dem Affen zu trennen.

Zu diesen Ausführungen Huxley's sind in neuester Zeit einige sehr wichtige Ergänzungen von einem der besten Kenner des Gehirnbaus der höhern Wirbelthiere, dem kürzlich verstorbenen Anatomen Th. v. Bischoff gegeben worden, der, obschon kein Freund der Descendenztheorie, doch die Geringfügigkeit der nur graduellen Unterschiede hervorhob. Seine Untersuchung der Gehirne sämmtlicher fünf in Europa verstorbener Gorilla's, darf, wenn es sich dabei auch nur um junge Thiere handelte, doch als beweiskräftig gelten, da das Gehirn der Anthropoiden erfahrungsgemäß sehr früh zu wachsen aufhört. Hier war nun insbesondere das Verhalten der sogenannten Stirnwindungen lehrreich, deren beim Menschen drei vorhanden sind, während den niedern Affen nur zwei zukommen. Dasselbe schien nun auf den ersten Blick auch bei'm Gorilla der Fall zu sein. Als aber Bischoff den die sogenannte Sylvische Spalte von oben und außen überdeckenden Gehirntheil, den sogenannten Klappendeckel emporhob, erblickte er in der Tiefe eine von der Wurzel der zweiten Stirnwindung sich abzweigende Windung, die in leichterer Skizzirung genau dasselbe Verhalten zeigt, wie die viel größere und an der Oberfläche hervortretende dritte Stirnwindung des Menschen. Durch ihre Veränderlichkeit bei den einzelnen Individuen giebt sie sich zugleich als ein noch in der Entstehung begriffenes neues Organ, als eine Uebergangswindung, wie sie Bischoff nennt, zu erkennen. Noch klarer tritt ihre Bedeutung bei den übrigen Anthropoiden hervor, bei denen sie nämlich, obwohl ebenso variabel und verhältnißmäßig immer noch sehr klein, doch schon auf der äußern Oberfläche des Gehirn's sichtbar wird, am stärksten beim Schimpansen.

Ein ähnliches Verhalten zeigt die „innere obere Scheitelwindung Bischoffs, die bei den meisten Affen gar nicht ausgebildet ist, wodurch die senkrechte Hinterhauptspalte desto ausgeprägter erscheint, und deshalb im Gegensatze zum Menschenhirn als „Affenspalte" bezeichnet wird. Die Anthropoiden besitzen bereits eine Anlage der genannten Windung, jedoch in sehr wechselnder Gestalt, so daß sie oft auf der einen Gehirnhälfte ganz anders aussieht, als auf der andern. Zu diesem Kennzeichen einer noch im Werden begriffenen Bildung, muß weiter bemerkt werden, daß diese Spalte auch noch bei'm Menschen sehr variabel ist, bis zu dem Grade, daß sie bei einzelnen minder begabten Individuen ganz verwischt erscheint, während an ihrer Stelle die eben deshalb so genannte Affenspalte desto deutlicher zum Vorschein kommt. Broca hat diese Spalte bei Negergehirnen von ganz ähnlicher Ausbildung wie bei Affen angetroffen. Mit einem Worte, auch dasjenige Organ, in welchem wir am ersten anatomische Unterschiede von Belang zu finden hoffen durften, läßt uns gänzlich im Stiche, wenn wir mehr verlangen, als die Natur bezeugen kann.

Einen sehr erheblichen Unterschied findet man indessen, wenn man die Masse des Gehirnes in Betracht zieht. Es ergiebt sich dann, daß das leichteste Gehirn, welches man jemals bei einem erwachsenen gesunden Menschen beobachtet hat, wenigstens ein Kilogramm wog, während das Gehirn eines Gorilla schwerlich jemals mehr als Zweidrittel dieses Gewichtes erreicht haben dürfte. Ist aber ein solcher Unterschied bei aller Tragweite doch an sich ungeeignet, um darauf irgend eine feste systematische Schranke zu errichten, so verliert er noch mehr an Bedeutung, wenn man ihm entgegenhält, daß andrerseits menschliche Gehirne von der doppelten Schwere jenes Minimalgewichts beobachtet worden sind, so daß der viel größere Unterschied der berührten Verhältnißzahlen ($^2/_3$: 1 : 2) nicht zwischen Gorilla und Mensch, sondern zwischen den einen und den andern Menschen fällt. Wenn man sich erinnert, daß mit den geistigen Fähigkeiten das Organ derselben sogar in den niedern Säugerklassen beträchtlich zugenommen hat (vergl. S. 511 und 567) so ist der Zuwachs beim Menschen den Affen gegenüber ein selbstverständlicher und nicht einmal ungewöhnlicher.

Andererseits und welcher auch unter den menschenähnlichen Affen der jetzigen Lebewelt zur Vergleichung gewählt werden möge, ist niemals die Uebereinstimmung der Körperverhältnisse eine so vollkommene, daß man sagen könnte, der Orang oder der Gorilla oder der Chimpanse sei in jeder Beziehung der menschenähnlichste seiner Vettern. Im Gegentheil macht beinahe Jeder von ihnen andere Aehnlichkeiten geltend, um seine nähere Verwandtschaft mit dem Herrn der Schöpfung in diesem umgekehrten Erbschaftsprozesse darzuthun, der eine die Uebereinstimmung der Nasenbildung, der andre des Kopfes, der dritte die Gliedmaßen ꝛc. Man muß gewissermaßen die Aehnlichkeiten zusammensuchen, das Gehirn des Orangs in den Schädel des Chim-

Junger Gorilla.

panſen bringen, dieſen auf den Rumpf des Gibbon ſetzen, welchem man die Hände und den Fuß des Gorilla gegeben, um aus den thieriſchen Vorlagen einen annähernden Menſchen zuſammenzuſetzen, wie Phidias ſeinen Zeus durch Verbindung einzelner großer Züge bildete.

Hierbei iſt nun ein beſondrer Umſtand hervorzuheben, der darin beſteht, daß die meiſten jener Unterſchiede, durch welche die einzelnen Anthropoiden vom Menſchen abweichen, erſt *ſpätere Erwerbungen* zu ſein ſcheinen, die den Ahnenformen nicht zukamen, da ſie ſich erſt ſpät beim Individuum entwickeln. Man ſieht dies beſonders am jungen Gorilla (Taf. XXI), der jetzt wiederholt lebend nach Europa gebracht worden iſt, und an welchem die abſchreckend beſtialiſchen Züge, welche namentlich den Anblick des erwachſenen männlichen Gorilla ſo furchtbar und abſtoßend machen, noch durchweg fehlen. Die Umgebung der Augenhöhlen, die bei letzterem zu quadratiſchen Wülſten emporwachſen, welche dem Anblick am meiſten Wildheit verleihen, ſind hier noch ſanft gerundet und von den verſchiedenen Kämmen des Schädels, namentlich von dem mächtigen querlaufenden Hinterhauptkamm, der dem erwachſenen männlichen Gorilla eigen iſt (vergl. Fig. 397), ſind nur erſt Andeutungen vorhanden. Ebenſo iſt das Gebiß viel weniger prognath und die Eckzähne des Milchgebiſſes laſſen nicht ahnen, daß ihnen die drohenden dreieckigen Hauer folgen werden, die einen ſo beſtialiſchen Eindruck machen. Aehnliches beobachtet man beim jungen Chimpanſen und Orang-Utan, denn alle dieſe Thiere haben in der Jugend einen gerundeten Schädel mit weniger prognathem Gebiß und den Weibchen verbleiben manche dieſer Charaktere zeitlebens. In der Gefangenſchaft zeigen nicht nur die Gibbon's und Chimpanſe's ſondern auch der junge Gorilla ein menſchlichen Kindern ähnliches, liebenswürdiges Naturell. Sie ſind anhänglich, folgſam, ſchalkhaft, Spiel und Neckerei liebend, naſchhaft und — wenn ihr Wille nicht geſchieht, — ſehr eigenſinnig. Nichts iſt von der Wildheit zu ſpüren, welche der unausweichliche Kampf um's Daſein im Gorilla und Orang-Utan ſpäter herausbildet. Auch ſelbſt in der Natur des wilden Thieres fehlt es an verſöhnenden Zügen nicht, und wenn die Erzählungen der Reiſenden wahr ſind, lagert ſich der männliche Gorilla als Wächter ſeiner im Wipfel der Bäume im Neſte ſchlafenden Familie unten am Stamme. Was uns die Thierpfleger von dem Verhalten ſterbender Anthropoiden in zoologiſchen Gärten erzählen, klingt rührend und wahrhaft menſchlich. Selbſt die wilde Mafuka des Dresdner Gartens, ſah als ſie im Sterben lag, ihren ſie beſuchenden Pfleger eine Weile ruhig an, „küßte ihn dreimal, reichte ihm nochmals die Hand und verſchied."

Wir ſehen alſo in den jugendlichen Anthropoiden körperliche und geiſtige Eigenſchaften auftreten, die ſie im höheren Grade menſchenähnlich machen und erſt ſpäter verwiſcht werden. Die Verfolgung dieſes Ergebniſſes läßt uns einen Irrthum würdigen, in welchen zwar unſeres Wiſſens niemals die Anhänger, aber deſto häufiger die Gegner der „Affentheorie" verfallen ſind.

Wir meinen die falsche Unterstellung, daß jemals irgend ein Naturforscher behauptet hätte, einer der jetzt noch lebenden Menschenaffen, sei es nun Orang, Gorilla, Chimpanse oder Gibbon, sei im Besondern der Ahnherr des Menschengeschlechtes gewesen. Höchstens könnte einer der miocänen Anthropoiden Süddeutschlands und Frankreichs (Vergl. S. 565) diesen Anspruch erheben, und sie waren im Gebiß wenigstens außerordentlich menschenähnlich. Obige Unterstellung beruht, wie gesagt, nur auf einem Mißverständnisse unkundiger Gegner; die Urheber der Theorie haben nie etwas anders geglaubt, als daß die genannten heute lebenden Affen als mehr oder weniger entfernte Vettern des Menschen betrachtet werden müssen. In dieser Auffassung wird aber die eben erwähnte, größere Menschenähnlichkeit junger Anthropoiden und jene oben geschilderte Zersplitterung der Aehnlichkeiten zu einem sehr bemerkenswerthen Fingerzeige. Wir hören in jeder sprossenreichen Familie, der eine Sohn habe ganz die Nase des Vaters, der andre den Gang, die Tochter die Augen geerbt, d. h. der Vater habe, wie die meisten vorweltlichen Thiere, die Merkmale seiner Nachkommen in seiner Person vereinigt und jede Linie derselben habe vorzugsweise die einen oder die andern davon bewahrt und umgebildet. In vieler Beziehung wird der Mensch am meisten unter diesen entfernten Vettern von seinen thierischen Ahnen abweichen, allein keineswegs braucht dies in allen Punkten angenommen zu werden, und ganz gewiß weichen Orang, Chimpanse u. s. w. jeder in einzelnen Hinsichten mehr von jenem ab, als der Mensch in ebendenselben, so daß man in rein körperlicher Beziehung nicht einmal mit Bestimmtheit aussprechen könnte, sie seien jenem gemeinsamen Stammvater durchweg ähnlicher als der Mensch.

Mancherlei spricht dafür, daß unter den heute lebenden Anthropoiden nicht Gorilla, Schimpanse oder Orang-Utan, von denen trotz einiger gegentheiligen Behauptungen von Reisenden und Zoologen, mit Sicherheit nur je eine Art bekannt ist, dem gemeinsamen Ahnen der Primaten am ähnlichsten geblieben ist, sondern vielmehr das artenreichere Geschlecht der Gibbons oder Schlankaffen (Hylobates) und hier ist die schon oben (S. 565) erwähnte Thatsache hervorzuheben, daß die einzigen fossilen Anthropoiden die man kennt, diesem Zweige der heute lebenden Menschen-Affen am ähnlichsten waren. Nach Lartet und Vrolik sind die Gibbons auch im Knochenbau und anderen Eigenthümlichkeiten dem Menschen näher verwandt, als selbst Orang und Chimpanse (Vergl. Fig. 397 H und M), was namentlich vom Schädel und Rumpf gilt. Dabei treten bei einzelnen der über ein Dutzend verschiedenen Arten, von denen wir den Hulock (Fig. 398) abbilden, bemerkenswerthe Fähigkeiten der Stimme hervor, auf die wir später zurückkommen. Die Gibbons lieben es, auf freiem Felde aufrecht zu gehen und waren vielleicht die ersten Erdbewohner, welche, von ihrer Bergliebhaberei veranlaßt, diese Gangart annahmen. Sie haben die sanfteste Natur unter allen menschenähnlichen Affen. Bergwälder sind ihr bevorzugter Aufenthalt

und in ihren Wipfeln entfalten sie die wunderbarste Behendigkeit. An ihren langen Armen hängend, schwingen sie sich mit unglaublicher Sicherheit von einem Aste zum andern, zwanzig Fuß weit oder sogar, wie ein Beobachter

Fig. 398.
Hulock (Hylobates leuciscus).

behauptet, auf die doppelte Entfernung, ohne ihr Ziel zu verfehlen. Mit derselben Behendigkeit haschen sie im Fluge ihre Nahrung, denn sie betrachten das Obst als Zugemüse und verschmähen einen kleinen Braten, eine Eidechse

oder Insekten nicht. Da sie in der Gefangenschaft sehr niedergeschlagen und apathisch sind, so hat man, wie es scheint, über ihre geistigen Fähigkeiten etwas lieblos geurtheilt; die Erzählung Duvaucel's, daß die Weibchen ihre Jungen zum Wasser tragen und ihnen trotz Widerstandes und Geschreies den Kopf waschen, und die Schilderung Bennet's, nach welcher ein Gibbon, der um die Entwendung eines Stückes Seife gescholten worden war, dieselbe bei einem neuen Versuche auf einen Blick seines Herrn wieder an die alte Stelle legte, sprechen eher für hohe geistige Begabung. „Was ist Vernunft," sagt Bennet am Schlusse seiner Erzählung von dieser Gewissensregung beim Gibbon, „wenn dies nicht ein Zeichen von ihr ist!"

Diesen Thieren waren also, wie oben (S. 565) erwähnt, die miocänen Anthropoiden Europas nahe verwandt, nur noch menschenähnlicher, und wenn die Orangs, Chimpansen und Gorilla's demselben Grundstamm entsprossen sind, so müssen wir konstatiren, daß sie wiederum stark in die Thierheit zurückversunken sind, womit die menschenähnlichere Bildung ihrer Jungen völlig im Einklang wäre. Leider sind von jenen miocänen Anthropoiden bisher nur so spärliche Skeletttheile gefunden worden, daß wir uns kein deutliches Bild von ihrer Figur machen können. Jedenfalls beweist aber die Thatsache ihrer Auffindung, daß die mehrfach ausgesprochene Meinung, auch die Erscheinung des Urmenschen sei bis zur Tertiärzeit zurückverfolgbar, nicht ohne Weiteres abgewiesen werden kann. Sichere Beweismittel dafür fehlen indessen, denn die angeblich von Menschenhänden bearbeiteten Feuersteine, welche der Abbé Bourgeois in miocänen Schichten bei Thenay gefunden haben will, haben einer eingehenden Kritik nicht Stand halten können und soviel ich sehe, wenig Anerkennung erfahren. Gegen ein allzuweites Zurückdatiren der Menschwerdung in die älteren Epochen der Tertiärzeit spricht jedoch der von Boyd Dawskins hervorgehobene Umstand, daß wir kein einziges jetztlebendes, höheres Säugethier kennen, welches seiner specifischen Gestalt nach bereits in der Miocänzeit oder gar schon in der Eocänzeit gelebt hätte, — selbst aus der Pliocänzeit kennt man nur sehr wenige, den heute lebenden Placentathieren gleiche Formen. Es wird also auch der Mensch damals noch nicht mit den heutigen Merkmalen existirt haben, wenn auch zugegeben werden muß, daß er aus guten Gründen körperlich weniger wandelbar ist, als die Thiere. Uebrigens würde es selbst einem vernunftbegabten Zeitgenossen, der sein Erscheinen, diese große Neuerung des irdischen Entwicklungsganges, von einem fernen Observatorium beobachten konnte, schwer geworden sein, den Zeitpunkt, in welchem das Thier zum Menschen wurde, in irgend einer Weise zu bestimmen; er würde mit seinen gelehrten Observatoriums-Collegen in den härtesten Streit gerathen sein, ob das neue Wesen überhaupt ein anderes sei und dann, ob sich nicht bereits seit einer Reihe von Jahrtausenden die erst spät wahrgenommenen Unterschiede gezeigt hätten.

Mag nun das Paradies in Indien oder sonstwo gelegen haben, daß es

ein warmes Land gewesen sei, darauf deutet die Nacktheit des Menschen, und das Wärmebedürfniß, welches wir schon bei den ältesten, im nördlichen Europa verbreiteten Urmenschen wahrnehmen, sofern sie Feuer in ihren Höhlen anzündeten und sich Kleider schufen. Die Frage, ob der Vorgang der Menschwerdung nur einmal oder öfter in der Natur vor sich gegangen und so unmittelbar eine Racenverschiedenheit im Gefolge gehabt haben könnte, gehört zu der Klasse jener äußerst schwierigen Fragen, ob alle Fische, Amphibien, Reptilien, Säuger u. s. w. je von einem und demselben, oder von mehreren Stammformen herzuleiten seien, Fragen, deren Beantwortung meistens von persönlicher Ueberzeugung abhängt und die an sich so wenig Wichtigkeit haben, daß man sie lieber gar nicht stellen sollte. Diese Zweifel stehen auf derselben Stufe, wie die oben erörterten, ob es erlaubt sei, die Raubthiere von Raubbeutlern und die Affen von Handbeutlern abzuleiten, oder ob man nicht vielmehr glauben müsse, daß alle Placenta-Thiere von einer einzigen Art abstammen, welche die Placenta zuerst erworben hatte. Es darf nicht behauptet werden, daß diese Bedenken unüberwindlich seien, jedenfalls ist die Annahme eines mehrfachen Ursprunges oftmals mindestens gleichberechtigt.

Die Anhänger der Lehre von der einheitlichen Abstammung des Menschen stützen sich unter Andern auf die Thatsache der fruchtbaren Vermischbarkeit aller Menschenracen; sie haben die Ansicht der Bibel für sich und sind genöthigt, zu fragen, ob Adam ein Weißer oder ein Neger gewesen sei. Die Ansichten gehen hier weit auseinander und der berühmte Ethnologe Prichard hat sich für den Neger entschieden. Darwin hat dagegen nach dem Vorgange von Wells die Vermuthung aufgestellt, daß die dunkelhäutigen Menschenracen vielleicht so entstanden seien, daß die mit dieser Farbe verbundene verschiedene Körperkonstitution eine gewisse Sicherheit gegen in bestimmten Klimaten herrschende Miasmen, denen die andersfarbigen Individuen unterlagen, gewährte. Virchow hat darauf aufmerksam gemacht, daß in der Frage der Abstammung der Menschenracen die Orthodoxen völlig den Standpunkt des sonst so heftig von ihnen bekämpften Darwinismus einnehmen, sofern sie nämlich keine Schwierigkeit finden, zu glauben, daß aus einem einzigen Urpaare die verschiedensten Menschenracen durch Abänderung hätten entstehen können, obwohl eigentlich alle Erfahrung gegen eine so weit gehende Veränderungsfähigkeit zu sprechen scheint, und die verschiedenen Racen schon auf den ältesten Kunstdenkmälern denselben weit auseinandergehenden Typus zeigen, wie heute.

Andere Naturforscher haben sich dagegen für die Meinung erklärt, daß der Vorgang der Menschwerdung nicht blos ein einziges Mal nnd an einem einzigen Orte, sondern öfter vor sich gegangen sei, und daß einige ausnehmend verschiedene Menschenracen aus entsprechenden Formen höherer Affen hervorgegangen sein könnten. Die einzelnen Menschenracen seien die obersten Krönungen der zwei oder mehr nebeneinander aufsteigenden Lebenssäulen der

Primaten, wie man die Strebepfeiler der gothischen Dome oben sich frei entfalten und in menschliche Figuren endigen sieht. Jedenfalls, wenn wir auch weit entfernt sind, zu glauben, daß heute lebende Affen in direkter Beziehung zu unserer Ahnenreihe stehen, bleibt dieser Annahme die Thatsache günstig, daß die menschenähnlichsten schwarzen Affen denselben Verbreitungsbezirk wie die Neger haben und wie diese langköpfig (dolichocephal) sind, die menschenähnlichsten braunhaarigen dagegen ihre Heimath mit den Malayen theilen und gleich diesen und den mongolischen Stämmen kurzköpfig (brachycephal) sind. Es ist mithin so viel unläugbar, daß einige der wichtigsten Racenunterschiede des Menschen sich bei völlig übereinstimmender geographischer Vertheilung schon unter den Affen zeigen, so daß man bei ihnen bereits Neger und Hellhäutige deutlich unterscheiden kann. Ganz verkehrt wäre es, wenn man noch weiter gehen wollte, wie es wirklich von einigen Seiten geschehen ist, und glauben, daß die Amerikaner aus einem Zweige amerikanischer Affen entstanden sein könnten. Amerika hat so wie jetzt auch in älteren Erd-Epochen stets nur plattnasige Affen besessen, und der Amerikaner gehört so gut wie alle andern Menschen zu derjenigen Ordnung der Primaten, die man als schmalnasige unterscheidet. Er kann also seinen Ursprung nur von altweltlichen Primaten herleiten. Glücklicherweise stimmen in dieser Beziehung die Zeugnisse der Ethnologie vollkommen mit denen der vergleichenden Anatomie überein und lassen keinen Zweifel, daß die Bewohner der neuen Welt aus der alten stammen und schon in grauer Vorzeit Auswanderungen dorthin, auf welchem Wege es immer sei, stattgefunden haben müssen.

Die Schwierigkeiten dieser Frage und der Widerwille gegen ihre natürliche Lösung werden zum großen Theil dadurch erzeugt, daß wir uns unwillkürlich immer selbst als Vergleichungsobjekt des Thieres betrachten, welches uns in der Menagerie entgegengrinst. Allein der Mensch, der zu einer naturhistorischen und sei es auch noch so vorurtheilsfreien Prüfung dieser Frage herantritt, ist so entfernt von dem Naturzustande seines Geschlechtes, daß er allerdings das denkbar schlechteste und ungünstigste Vergleichungsobjekt abgiebt. Viel geeigneter als solches ist nach manchen Beziehungen der halb thierische Wilde z. B. von Feuerland oder Australien, allein auch bei ihm muß zugegeben werden, daß der Unterschied ein ganz außerordentlich großer ist, wenn man ihn mit lebenden menschenähnlichen Affen vergleicht. Die Kleinheit des Zwischenraumes, wie er heute besteht, ist von verschiedenen Schriftstellern bedeutend übertrieben worden. Auch wenn man den sogenannten ersten Menschen, der ein völlig imaginäres Gebilde ist und niemals wirklich existirt hat, — denn zu seiner Zeit ließ sich nicht wie heute eine Scheidegrenze ziehen, — ich will sagen, wenn man jene Wesen, welche man als die ersten Menschen zu bezeichnen einige vereinzelte Gründe haben könnte, zur Stelle hätte, würde man noch bedeutende Unterschiede wahrnehmen müssen. Man darf nicht vergessen, daß sich nach dem Vorgange der Mensch-

werdung die Kluft nach zwei Seiten verbreitert hat, seitens der jetzt lebenden Menschenaffen und seitens der Menschen. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, daß die menschenähnlichen Affen, wenn man nur etwas im Stammbaume zurückgehen könnte, sich als Seitenlinien des regierenden Hauses erweisen, d. h. wirklich auf einen gemeinschaftlichen Stammvater zurückführen lassen würden. Allein sie selber scheinen das ihrige gethan zu haben, abzuweichen, und haben sich in andern Richtungen von jenem Urahnen, wenn auch nicht in demselben Grade, entfernt, wie wir selbst. Zu dem durch die Lern- und Anpassungsfähigkeit des Menschen bedingten Hervorragen aus der Thierwelt kommt also, um die Lücke in der heutigen Schöpfung zu vergrößern, der Umstand, daß die nächsten unter den lebenden Anverwandten eigene und verschiedene Seitenwege gegangen sind. Wenn sich aber noch in unserer Zeit Anatomen von dem Range eines Huxley, Owen und Bischoff darüber streiten, ob bei diesen weitentfernten Verwandten wesentliche anatomische Unterschiede im Gehirnbau vorhanden seien oder nicht, und es sich in jedem Falle, wie die Gegner beiderseits zugeben, nur um höchst winzige Unterschiede handeln würde, so kann man sich leicht die Schwierigkeiten einer ähnlichen Unterscheidung vorstellen, welche zu einer Zeit versucht worden wäre, als sich ihre Wege erst zu trennen begannen. Wir wiederholen: dieser jetzt so erhebliche Unterschied zwischen Mensch und Thier war vordem gar nicht vorhanden und die Frage, wie der erste Mensch beschaffen gewesen sei, gehört, was die Zahl der Merkmale betrifft, zu dem philosophischen Problem der Sorites, d. h. der Frage, in welchem Augenblicke ein Häufchen Charaktere bei stückweiser Vermehrung zu einem Haufen wird? Und hätte man nicht das Sprachvermögen als scharftrennendes Unterscheidungsmerkmal, so würde man noch heute, wie bei hunderten von Pflanzen- und Thierformen, in Verlegenheit sein, mit bestimmten Worten zu sagen, wo die eine Gattung aufhört und die andere anfängt.

Natürlich hat man seit lange gehofft, fossile Mittelformen zwischen Menschenaffen und Mensch anzutreffen, obwohl die Hoffnung etwas kühn ist, trennende Unterschiede an Knochentheilen zweier Organismen-Gruppen aufzufinden, die man mit feststehenden anatomischen und osteologischen Merkmalen kaum im lebenden Zustande unterscheiden kann. Nichts desto weniger sind fossile Menschenreste gefunden worden, deren hohes, jedoch nicht bis zur Tertiärzeit zurückreichendes Alter durch die Fundstelle nachgewiesen wird, während ihre Bildung nach vielen Hinsichten noch einen ausgesprochen thierischen Charakter trug. Wir wollen hier zunächst von den durch Prof. Fuhlrott 1856 in einer Höhle des Neanderthales bei Düsseldorf und von den durch Prof. Schmerling schon früher in der Höhle von Engis im Maasthale gefundenen Menschenresten sprechen. Wie man aus der nächstfolgenden Abbildung (Fig. 399) ersieht, waren beide Schädel, namentlich aber der aus dem Neanderthal, äußerst niedrig, und die äußere Plastik erweckt den Schein

entsprechender Wildheit und Stärke. Es gilt dies besonders von der starken Ausprägung der Augenbrauenbögen, die lebhaft an die entsprechende Bildung der menschenähnlichen Affen erinnert. Der Inhalt des Neanderthalschädels

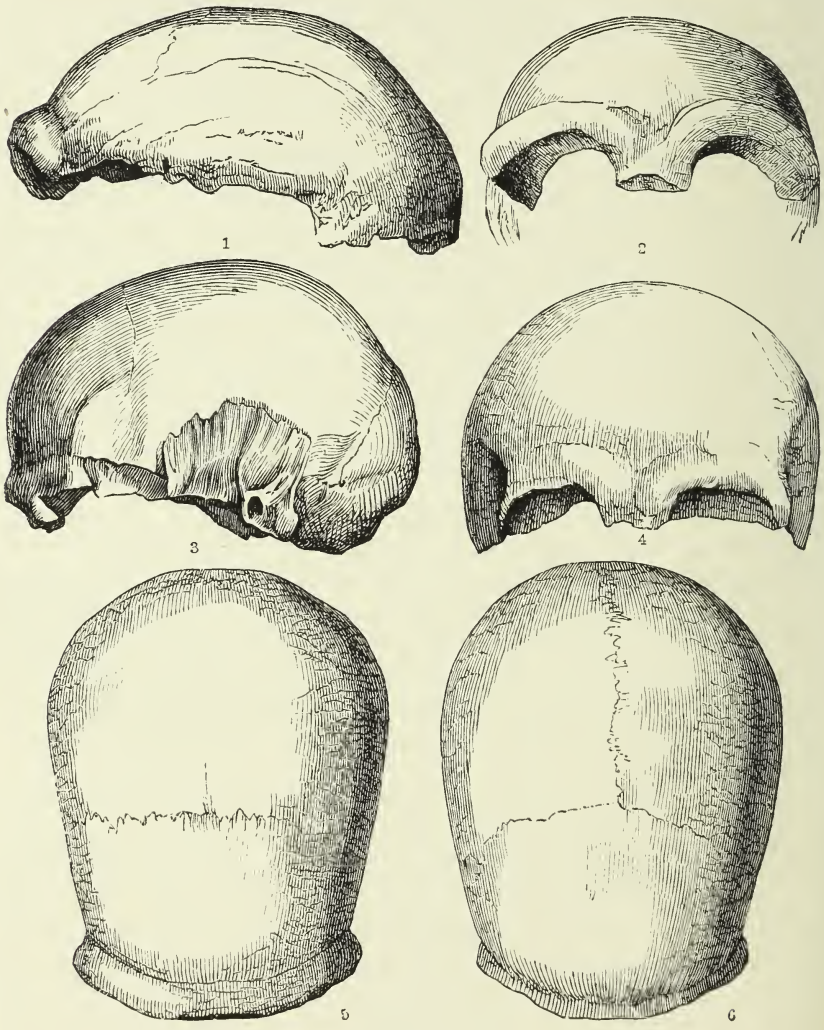


Fig. 399.
Fossile Menschenschädel.
Neanderthalschädel im Profil (1), von vorn (2) und von oben (5). Engisschädel im Profil (3), von vorn (4) und von oben (6).

wird auf wenig über 1000 ccm geschätzt, während Negerschädel über 1100 ccm zu haben pflegen. Ebenso haben einzelne Beobachter den Engisschädel außerordentlich tierartig gefunden, und das Gleiche gilt von einer ganzen Reihe

anderweitig gefundener Schädel von ähnlichem Alter. Allerdings haben die Gegner der Abstammungstheorie diese Thierähnlichkeit der fossilen Schädel zu bestreiten gesucht und die widersprechendsten Erklärungen darüber abgegeben. Die Einen läugnen das Alter dieser Schädel überhaupt; man hat sogar die abgeschmackte Meinung ausgesprochen, der Neanderthalschädel könne wohl der Schädel eines Kosaken aus den Freiheitskriegen sein, der sich in jener Höhle verkrochen habe und mit Schlamm bedeckt worden sei! Um aber die unerhörte Niedrigkeit dieses Schädels zu erklären, hat man ihn für eine künstliche, durch Binden, Gestelle u. s. w., wie sie bei wilden Völkern üblich sind, bewirkte Deformation, ja für denjenigen eines kranken Menschen erklärt, und was dergleichen geschraubte Erklärungsversuche mehr sind.

In der That hat man Schädel mit fast ebenso stark hervortretenden Augenbrauen auch noch bei Menschen der jüngsten Zeiten gefunden und nachgewiesen, daß sehr viele Schädel der ältesten Zeiten ein sehr passables Mittelmaß und eine sehr gute Form hatten. Aber abgesehen davon, daß die erwähnten Ausnahmen bei modernen Schädeln sehr wohl als Rückschläge gedeutet werden können, müssen wir daran erinnern, daß die Kopfgröße im direkten Verhältniß zur Körpergröße und Stärke steht, und daß sehr große und starke Individuen ihrer Rasse, wie sie sich in der Urzeit beinahe allein im wilden Kampfe ums Dasein erhalten konnten, ein höheres Mittelmaß der Kopfgröße zeigen müssen, als in unsrer heutigen Zeit, in welcher jeder Schwächling erhalten und aufgezogen wird. In Anbetracht dieses Umstandes müssen uns die niedrigen Köpfe der meisten fossilen Menschen um so mehr in Erstaunen setzen, zumal von einigen derselben, wie z. B. dem Neanderthalschädel, erwiesen werden konnte, daß er einem herkulischen Körper zugehört hat. Auch im Gebiß der fossilen Menschen haben sich zahlreiche Merkmale einer niedrigeren Entwicklungsstufe bemerkbar gemacht. So namentlich ein starkes Vorspringen des Gebisses in der Profilansicht (Prognathismus), wie es nicht nur bei menschenähnlichen Affen, sondern auch bei niedern Menschenrassen hervortritt, und die gute Entwicklung des hintersten Backenzahns (Weisheitszahns), der beim modernen Menschen entschieden dazu neigt, gänzlich zu verschwinden. Mantegazza hat sich in neuerer Zeit durch vergleichende Untersuchung von Hunderten von Schädeln überzeugt, daß dieser Zahn bei mehr als vierzig Prozent der höheren Rassen vollständig fehlt, während er unter den niedern Rassen bei mehr als achtzig Prozent vorhanden ist. Bei den fossilen Schädeln ist er, so viel ermittelt, beinahe immer vorhanden und dann wie bei den niedern Rassen häufig dreiwurzlig.

Von einem hohen Interesse als echte Mittelformen sind ein paar Unterkiefer des Menschen aus der ältern Steinzeit, von denen der eine (Fig. 400) schon 1866 durch Dupont in einer Höhle des Lesse thals bei La Naulette (Belgien) zusammen mit Mammuth- und Nashornresten, der andere 1880 an einer weit davon entfernten Stelle, in der Schipkahöhle unweit Stramberg

in Mähren, ebenfalls in Gemeinschaft von Elephanten- und Nashornknochen Steinwerkzeugen u. s. w. gefunden wurde. Schon die oberflächliche Vergleichung des Naulette-Kiefers mit einem Chimpansekiefer (Fig. 401) ergiebt die große Aehnlichkeit, die namentlich in dem Mangel der Kinn-Ausbeugung, welche die menschlichen Unterkiefer der Jetztwelt zeigen, und in dem starken Hervorspringen des Gebisses bestehen, welches sogleich hervortritt, wenn der fossile Menschenkiefer gleich dem des Chimpanse, nach der Gelenkseite emporgehoben wird. Es ist nicht zu verwundern, daß sich über die menschliche Natur dieses Kiefers Zweifel erhoben, zumal derselbe eine für Menschen unerhörte Dicken-Entwicklung zeigte. Daß man es aber hier weder mit einem Unikum, noch mit einer krankhaften Entartung zu thun habe, beweisen ähnliche Bildungen aus andern Höhlen, und namentlich der leider sehr schlecht erhaltene Schipkakiefer, bei dem die bleibenden Vorderzähne noch nicht einmal durchgebrochen waren, so daß er einem jungen Menschen von noch nicht zehn Jahren zugeschrieben werden muß, wie Schaaffhausen sogleich erkannte.

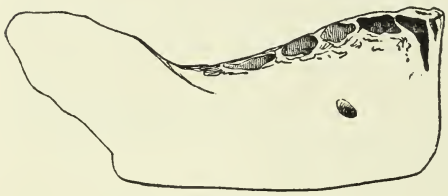


Fig. 400.
Unterkiefer von La Naulette.

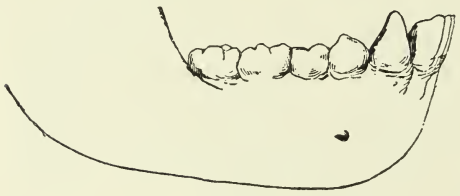


Fig. 401.
Unterkiefer eines Chimpanse.

Virchow, dem bei seiner bekannten Stellung zur Entwicklungstheorie diese Mittelform sehr unbequem war, kehrte zu der schon dem Neanderthal-Schädel gegenüber geübten seltsamen Methode zurück, den Schipkakiefer für ein krankhaftes Gebilde, für einen Mannesschädel mit nicht zum Durchbruch gekommenen Vorderzähnen, die deshalb den Unterkiefer aufgetrieben hätten, zu erklären, und als ihm der ausgezeichnete Kenner prähistorischer Schädel, Prof. Schaaffhausen entgegenhielt, daß ja der Naulette-Schädel dieselbe Bildung ohne Zahn-Retention zeige, wollte er dies durch das von ihm entdeckte „Gesetz der Duplicität der Fälle" erklären, wonach immer zwei derartige Abnormitäten kurz nacheinander zum Vorschein kämen. Eine unsrer ersten Autoritäten in zahnärztlichen Fragen, R. Baume, konstatirte dann in einer besondern Schrift, daß eine krankhafte Zurückhaltung der Zähne in diesen kolossal massigen Kiefern, wie sie sich Virchow erdacht habe, nur um die auffallende Thierähnlichkeit leugnen zu können, in Wirklichkeit niemals vorgekommen sei.

Aber noch wichtiger als diese Zurückweisung unbegründeter Einwürfe

sind die weitern Schlüsse, die Baume an die von ihm genau untersuchte Beschaffenheit dieser Kiefer knüpfte. Er findet es nicht nur unwahrscheinlich, daß dieselben, wie man aus ihrer Dicke geschlossen, einer Rasse von Riesen angehört haben, sondern schließt aus den Einzelnheiten ihrer Bildung vielmehr, daß sie mit kleinen Schädeln und Gehirnen, sowie mit kleinen Körpern verbunden gewesen seien, und daß ihre ungewöhnliche Größe nur die Folgerung gestatte, daß sie am Schädel und Skelet stark prädominirten. Mit dem Naulette-Kiefer war zusammen ein menschliches Ellenbein gefunden worden, von dem man seiner verhältnißmäßigen Kleinheit wegen annahm, es könne nicht zu demselben Skelet gehört haben. Nun suchte aber Baume (1883) zu zeigen, daß dies sehr wohl möglich gewesen sei, weil eben diese Kiefer, ebenso wie diejenigen menschenähnlicher Affen, stark am Skelet prädominirt haben dürften. Wir hätten uns also den Schipka-Menschen, ebenso wie den von La Naulette als eine untersetzte Erscheinung mit mächtigem, weit vorspringenden Gebiß zu denken, und daß dieses Gebiß stark benutzt wurde, beweist die starke Abnutzung der Zähne bei dem ersteren, trotz der Jugend des Individuums, dem der Kiefer zugehört hat. Auch bieten die Schneidezähne noch darin einen auffälligen, an die Affen erinnernden Charakter dar, daß ihre Wurzeln nach hinten und nicht nach vorn, wie es beim Menschen die Regel bildet, gekrümmt sind.

So ergab die sorgfältigste, nach allen Richtungen ausgedehnte Untersuchung an diesen beiden, räumlich so weit von einander entfernt gefundenen Kiefern der ältesten Steinzeit, daß sie Merkmale darboten, die eine tief unter der tiefsten heute lebenden Rasse stehende Menschenart anzeigen. Man zögert unwillkürlich, sie bereits als wirkliche Menschen anzuerkennen. „Es liegt jedoch" bemerkt Baume sehr richtig, „im Interesse der Antidarwinianer, daraus nicht eine neue Art zu machen. Es müssen diesmal um jeden Preis Ueberreste von Menschen sein, sonst könnten sie ja freilich nur als Mittelformen gedeutet werden." Dies als Antwort auf die immer wiederholte Klage, daß bisher keine Mittelformen zwischen Mensch und Anthropoiden gefunden seien. Es sind deren längst bekannt, aber die tendenziös gefärbte, nicht von rein sachlichen Gründen ausgehende Oberleitung unsrer anthropologischen Forschung, weigert sich hartnäckig, dieselben als solche anzuerkennen.

Sie werden aber dadurch nicht aus der Welt geschafft und für denjenigen, der seine Augen den vielleicht unbequemen Forschungsergebnissen nicht einfach verschließen will, lassen sich im gesammten Skelet, wie in den Weichtheilen der niedern Rassen eine Menge ganz entschieden affenartiger Bildungen nachweisen, die bei den höhern Rassen mehr und mehr verwischt sind oder nur noch vereinzelt auftreten. Dahin gehören außer der als Kennzeichen des fossilen Menschen schon erwähnten flachen, zurückfliegenden Stirne und dem starken Vortreten des Gebisses, die heraustretenden Muskelleisten, die

kielförmige Erhebung des Scheitels, die einfachen Schädelnäthe, die gesammte Bildung der Nasentheile, die geringere Faltung der Hirnrinde und viele andre am Kopfe wahrnehmbare Einzelnheiten. Die größere Länge des Vorderarmes ist, wie White, Broca, Hamy und Schaaffhausen nachgewiesen haben, ein gemeinsames Kennzeichen beim Affen, Neger und Neanderthalmenschen. Daß die Bildung des Negerbeckens affenartig sei, hat Brolik gezeigt. Der Gorilla hat dreizehn echte Rippen, und dieselbe Zahl kommt nach Blumenbach bisweilen bei Botokuden vor, so daß die Geschichte von der Erschaffung der Eva aus einer Rippe des Adam vielleicht nach Schaaffhausen mit dem Verlust dieser Rippe in Verbindung steht. Am Oberschenkelbein ist die stärkere Krümmung des Knochens, die zur Unterstützung der Ansicht angeführt wurde, daß der Neander-Höhlenmensch vielleicht ein in der Höhle umgekommener Kosak sei, nebst andern Bildungseigenthümlichkeiten dieses Fußes entschieden affenartig, und so lassen sich unzählige Merkmale anführen, die den fossilen und den heute lebenden Menschenrassen eigenthümlich sind und die Kluft zwischen den niedern Rassen und den heute lebenden anthropoiden Bruderstämmen sogar geringer erscheinen lassen, als man erwarten sollte.

Aehnliche Uebereinstimmungen bieten die Fleisch- und Knorpeltheile im Körper niederer Rassen. Bei dem weißen Menschen wird das sogenannte dritte Augenlied, welches bei den Vögeln die sogenannte „Nickhaut" bildet, bei der Mehrzahl der Säugethiere stark entwickelt ist, und bei den Anthropoiden und niedern Affen einen Knorpel enthält, nur noch durch die sogenannte „halbmondförmige Falte" repräsentirt. Bei'm australischen Menschen ist diese Falte doppelt bis dreimal so stark entwickelt, als beim Europäer und bei 77 % der von ihm untersuchten Neger fand Giacomini auch noch den Knorpel, der diesem Organ bei den Affen zukömmt, während ihn nur 0,75 % der von ihm untersuchten Individuen unsrer Rasse aufwiesen! Die Aehnlichkeit der Kehlkopf-Bildung bei Neger und Affen hat Gibb nachgewiesen, obwohl man doch denken sollte, daß die Gewohnheit zu sprechen, den Kehlkopf stark beeinflußt haben müßte, und ebenso haben Pruner-Bey und Topinard hervorgehoben, daß selbst zwischen so äußerlichen und anscheinend wandelbaren Merkmalen, wie in dem Haar, sich zwischen niedern Rassen und Anthropoiden Uebereinstimmungen erhalten haben, die bei den höhern Rassen verschwunden sind. Wie groß würden diese Annäherungen erst sein, wenn man vollständige Körper fossiler Anthropoiden aus der Zeit der ersten Trennung der Rassen besäße? Es muß dabei immer wieder daran erinnert werden, daß der fossile Dryopithecus, dessen Gebiß S. 565 abgebildet wurde, anscheinend viel menschenähnlicher war, als alle heute lebenden Anthropoiden.

Allein gesetzt, die Lücke wäre durch ein vorzeitiges Aussterben der menschenähnlichen Affen auch noch viel größer geworden, als sie unzweifelhaft ist, so würde man früher oder später doch in der persönlichen Entwicklung des

Menschen die vollgiltigen Beweise gefunden haben, daß er aus dem Thierreiche stammt und in nächster Beziehung zu den Affen steht, mit denen er alle wesentlichen Organe gemein hat. Er entsteht nicht auf einmal aus einem Klümpchen unbelebter Materie, sondern muß sich, wie jedes andere Thier, aus niedern Anfängen hervorbilden, bis er nach einer Reihe mannigfacher Umbildungen seine eigenthümliche und vollkommene Gestalt erreicht. Und zwar beginnt seine Entwicklung genau wie diejenige aller Thiere bis in die niedersten Regionen herunter, wo bereits Zellen vorkommen, mit einer solchen, und macht dann noch einmal, wenn auch nur den Hauptzügen nach, sämmtliche Wandlungen durch, denen der Körper seiner Ahnen unterlag. Wenn die niedersten Stufen überwunden sind und der Charakter des Wirbelthieres eben merklich geworden ist, so blickt die Aehnlichkeit mit den niedersten Wirbelthieren, den Fischen, am deutlichsten in der Bildung der Kiemenspalten und der flossenartigen, ungetheilten Gliedmaßen hervor (Fig. 396). Aber bald tritt das junge Wesen deutlich in die Gemeinschaft der Luftwirbelthiere und schließlich wird die Aehnlichkeit mit einem jungen Säuger immer vollständiger. Aber monatelang würde es eine sehr schwierige Aufgabe bilden, eine junge Menschenknospe erst von irgend einem Wirbelthier, dann von dem ersten besten Luftwirbelthiere und schließlich von einem beliebigen Säuger zu unterscheiden, bis das Ziel sich immer bestimmter andeutet und endlich für den genauen Kenner nur noch die Frage offen bleibt: Affe oder Mensch? Auf dem halben Wege etwa könnte ein weniger geübter Kenner leicht zu der Vermuthung kommen, es mit einem Affen zu thun zu haben, denn dann gleicht das Gehirn des jungen Wesens beinahe vollkommen demjenigen eines Affen, und zwar nicht eines menschenähnlichen, sondern eines niedern Affen. Und schließlich geht der Mensch, wie kundige Beobachter versichern, noch kurz vor der Geburt durch die bei den Menschenaffen bleibenden Zustände hindurch. Vergleicht man das Gehirn eines etwa achtmonatlichen menschlichen Fötus mit dem eines jugendlichen Gorilla, so zeigt sich bei beiden eine noch weit offene Sylvische Spalte und davor erst zwei deutlich gesonderte Stirnwindungen; die oben (S. 579) besprochene dritte ist in beiden Fällen erst leicht angedeutet. Das menschliche Gehirn durchläuft sodann in seiner weitern Entwicklung schnell die vom Chimpansen repräsentirte Zwischenstufe, und verläugnet, obwohl es weit über dieselbe hinausgeht, selbst im vollendeten Zustande die allgemeine Uebereinstimmung nicht. Während der letzten Monate bedeckt die gesammte Körperoberfläche sammt dem Antlitz ein weicher Haarpelz (Fig. 402), mit welchem das Kind häufig geboren wird, der aber später theils durch neues Haar ersetzt wird, und theilweise, wie z. B. auf der Stirn, völlig ausgeht. Es ist wahrscheinlich, wenn auch nicht unbestreitbar erwiesen, daß dieses Haarkleid eine Erbschaft von unsern entfernteren, auch im Gesichte behaarten Vorfahren ist, und dafür würde sprechen, daß die fast am ganzen Körper durch Haararmuth ausgezeichneten Negerkinder nach Blumenbach ein

noch stärkeres embryonales Wollhaar zeigen sollen, als die Europäer. Wie es scheint, bleibt in Ausnahmefällen dieses eigenartige weiche Wollhaar bestehen und wächst zu dem weichen Seidenhaar aus, welches die sogenannten Haarmenschen (Fig. 403) im Gesicht und an andern Körperstellen aufweisen. Wenigstens zeigt diese abnorme Behaarung dieselben Richtungseigenthümlichkeiten und auch eine ähnliche Beschaffenheit, wie das embryonale Wollhaar.

Fig. 402.
Antlitz eines fünfmonatlichen Menschen mit dem embryonalen Haarkleide.

Schließlich bleibt in dem gesammten Körperbau des Menschen kaum eine Knochen-, Ader- oder Muskelbildung nachweisbar, von der man nicht, abgesehen von den auch bei den Menschen selbst vorkommenden Abänderungen, behaupten müßte, daß sie auch dem Affenkörper angehört. Wie will man diese wunderbare Uebereinstimmung erklären, ohne die Stammesgemeinschaft anzuerkennen! Alle Organsysteme im Menschenkörper entstehen dabei im Allgemeinen nach derselben Reihenfolge, wie sie die muthmaßlichen Ahnen des Menschen erworben haben, und auch in dieser Beziehung ist also die „Krone der Schöpfung" ein Makrokosmos zu nennen, in welchem sich das

Wachsthum des Mittelstammes der Thierwelt in seinen Hauptzügen noch einmal wiederholt, um dann weit überragt zu werden.

Natürlich müssen dabei eine Anzahl von Rückbildungen eintreten, da in der thierischen Ahnenreihe eine Menge von Organen, theils indem sie durch andere ersetzt wurden, theils weil sie nicht mehr gebraucht wurden, verkümmerten. Wir haben schon von den Kiemen gesprochen und müssen noch

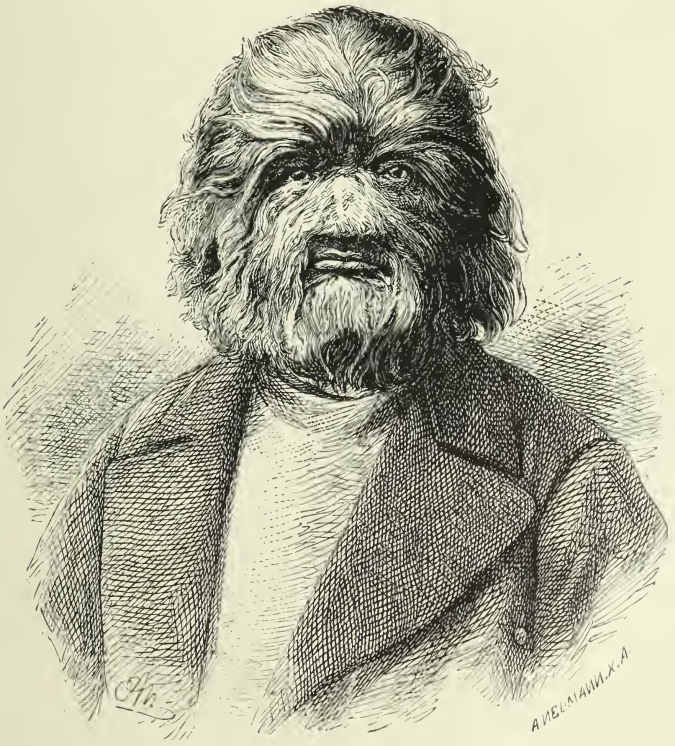


Fig. 403.
Andrian Jeftichew, der russische Pudelmensch. Nach einer Photographie.

ein Wörtchen hinzufügen über eine andere Erbschaft aus dem marinen Aufenthalte unserer frühesten Vorfahren, über das spitz auslaufende Ende der Wirbelsäule, das Schwänzchen. Das letztere erhielt sich, verschiedenen Bestimmungen angepaßt, in der Thierwelt viel länger im Gebrauche als die Kiemen, indem es theils als Zierrath, theils als Fliegenwedel, Kampf- und Kletterwerkzeug, theils sogar, wie beim Hunde, als bloßes mimisches Organ, um die Stimmung auszudrücken, erhalten wurde, und so verschwindet auch an dem jungen Menschenwesen, wie uns Fig. 396 zeigt, dieses Zeugniß seiner Abstammung erst verhältnißmäßig spät, indem es immer mehr zurück-

tritt und mit den Weichtheilen verwächst. Man möchte glauben, daß die Wilden von diesem thatsächlichen Umstande der menschlichen Entwicklungsgeschichte eine gewisse Kenntniß gehabt haben, wenn man bei de Laet, einem Schriftsteller vom Anfang des 17. Jahrhunderts, die Beschreibung einer eignen brasilianischen Hochzeits-Ceremonie findet, welche darin bestand, daß der Schwiegervater mit einem scharfen Feuersteine einen hölzernen Stock abschnitt, um damit symbolisch die Schwänze aller seiner zukünftigen Enkel abzuschneiden, so daß sie ohne Schwänze geboren würden. Ueberhaupt malt sich die Ueberzeugung von der Zugehörigkeit dieser nur wenigen Thieren und darunter den höchsten Affen fehlenden Verjüngung der Wirbelsäule in den Sagen der Alten von geschwänzten Halbmenschen, die bei den meisten noch lebenden Naturvölkern wiederklingen und zum Theil noch in jüngster Zeit geglaubt wurden, obwohl ihr Ursprung meist auf die Verspottung eines verachteten Nachbarstammes, den man durch solche Andichtungen zu ärgern glaubte, zurückzuführen sein dürfte, wenn auch in zahlreichen Fällen durch Rückschlag erklärbare schwanzartige Bildungen selbst bei Europäern beobachtet und durch Ecker, Ornstein, Bartels u. A. beschrieben worden sind. Wollte aber ein Philosoph gradezu auf den Mangel dieses Anhängsels als einen entschiedenen Vorzug und Unterschied des Menschen hinweisen, so erinnert ihn der besonnene Anatom daran, daß er darin nichts vor den menschenähnlichen Affen voraus hat und nicht nur wie diese in seiner frühesten Jugend mit jenem Zierrath reichlich bedacht war, sondern noch im ausgewachsenen Zustande die unverkennbarsten Spuren jener Verlängerung der Wirbelsäule und der Muskeln, die zu ihrer Bewegung dienten, besitzt.

Aehnliche Reste von Organen, die nur seinen thierischen Vorfahren nützlich waren, ihm selbst aber nicht nur ganz unnütz sind, sondern in einigen Fällen sogar höchst schädlich werden können, finden sich im menschlichen Körper in sehr reicher Anzahl. In den Fällen, wo ihm solche Ueberbleibsel, ohne irgend einen Nutzen zu haben, schädlich werden können, ist die Beweiskraft besonders groß, und auf ihr Dasein hat Haeckel eine besondere Widerlegung der Zweckmäßigkeitslehre, die in der Weisheit des menschlichen Körperbaues ihre Hauptstützen suchte, begründet, die sogenannte Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie. Für Diejenigen, welche den Menschen unmittelbar aus der Hand eines Schöpfers hervorgehen ließen, lag es offenbar nahe, in dem wunderbaren Bau seines Körpers die höchste Weisheit verkörpert zu sehen. Man wies z. B. darauf hin, daß die blind waltenden Naturkräfte niemals ein so vollkommenes Organ wie das menschliche Auge hätten hervorbringen können. Sie beachteten aber dabei nicht, daß man in der Thierreihe heruntersteigend, dieses optische Werkzeug auf immer einfachere Formen zurückführen kann, bis nur noch ein schwarzer Hautfleck, den die Sonnenstrahlen stärker erwärmen, als seine Umgebung, übrig bleibt, so daß sich das menschliche Auge als ein Erzeugniß sehr zahlreicher Umbildungen

und langsamer Verbesserungen erweist. Auf der andern Seite ist es aber ein ebenso großer Irrthum, zu glauben, daß das menschliche Auge, so wunderbar es seinen Zwecken angepaßt erscheint, absolut vollkommen wäre und gar nicht vollkommener gedacht werden könne. Helmholtz, der ohne Zweifel urtheilsfähigste Forscher auf diesem Gebiete, hat sich vielmehr bei aller Anerkennung der Trefflichkeit seines Baues zu dem starken Ausdrucke veranlaßt gefunden, daß, wenn ihm ein Mechaniker ein so mängelreiches, optisches Werkzeug abliefern wollte, wie das menschliche Auge, er sich genöthigt sehen würde, ihm dasselbe zurückzugeben. Man erkennt, daß ein Organ als Erzeugniß der schaffenden Naturkräfte sehr viel Bewunderung verdienen kann, ohne sich indessen der Hand eines schrankenlos schaffenden Demiurgos würdig zu erweisen.

Noch viel aussichtsloser ist die Lage der Leugner der thierischen Abstammung des Menschen jenen gradezu zweckwidrigen Einrichtungen des menschlichen Körpers gegenüber, die sich nur verstehen lassen als überflüssig gewordene Erbschaften aus früheren Zuständen. Dahin gehört der gemeinsame Zugang zur Athmungs- und Magenhöhle, welcher oft den augenblicklichen Untergang herbeiführt, wenn ein Bissen sich in die Luftröhre verirrt; der wurmförmige Anhang des Blinddarmes, welcher ebenfalls zuweilen Todesursache wird, wenn sich in seinem engen Raume ein harter Speiserest einklemmt; die Schilddrüse am Kehlkopf, welche ebenfalls nicht den geringsten erkennbaren Zweck erfüllt, wohl aber eine sehr häufige Ursache zu verthierenden Krankheiten wird, wenn sie zum Kropfe anschwillt, und vieles Andere. Aber das Vorhandensein dieser unzweckmäßigen Einrichtungen und Organe erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, daß die Athmungswerkzeuge erst aus einer Ausstülpung des Schlundrohres entstanden sind, daß jener Blinddarm bei einigen pflanzenfressenden Vorfahren des Menschen in ausgedehnterer Gestalt sehr thätig bei der Verdauung mitwirkte, und daß die Schilddrüse einem noch viel älteren, ebenfalls überflüssig gewordenen Organe ihre Entstehung verdankt. So besitzt der Mensch also in seinem Körper eine Anzahl von Theilen, die er niemals gebraucht, darunter auch Bewegungsmuskeln für die äußere Ohrmuschel (Fig. 404), die sogar bei einiger darauf verwendeten Mühe wieder in Thätigkeit versetzt werden können. Da die meisten Sänger von diesen Muskeln einen sehr ausgedehnten Gebrauch machen, so ist ihr Vorhandensein,

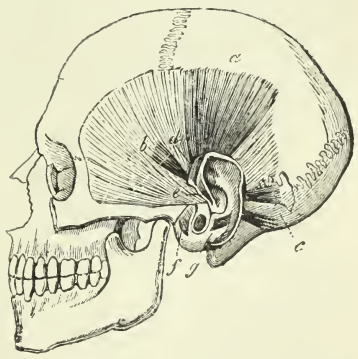


Fig. 404.
Die rudimentären Ohrmuskeln des Menschen. a Aufzieh-Muskel. b Vorzieh-Muskel. c Rückzieh-Muskel. d, e Großer und kleiner Ohrleisten-Muskel. f, g Ohrdeckenmuskeln.
Nach H. Meyer.

als Erbstück betrachtet, sehr natürlich, während es nach jeder andern Betrachtungsweise unverständlich bleiben muß.

Ein anderes Verhalten, welches bei vorsichtiger Beobachtung auf die Abstammung des Menschen einiges Licht werfen kann, ist das sogenannte Rückschlagungsvermögen, ein ausnahmsweises Verharren der Köperentwicklung auf früheren Zuständen nach einzelnen oder mehreren Rücksichten. Man hat diese Vorkommnisse zuerst bei den durch die Kultur veränderten Hausthieren und Gartenpflanzen beobachtet, die unter Umständen wieder die Merkmale der wilden Stammart hervortreten lassen, und brachte diese Erscheinung bald in Verbindung mit der in unserem eigenen Geschlechte beobachteten sogenannten Großvater-Aehnlichkeit (Atavismus), bei welcher Kinder zwar nur wenig Aehnlichkeit mit ihren Eltern, desto mehr aber mit ihren Ahnen zeigen.

„Auch bisweilen geschieht's, daß Kinder den Eltern der Eltern
„Aehnlicher werden; ja oft den Vorderahnen noch gleichen"

sagt schon Lucrez. Da wir wissen, daß ein jedes Wesen in gewissem Maße durch die Zustände seiner Ahnen hindurchgehen muß, so bietet diese Erscheinung dem Verständnisse nur wenig Schwierigkeiten. Zu den bedeutsamsten hierher gehörigen Vorkommnissen zählt z. B. die angeborne Hasenscharte, die häufig vorkommenden überzähligen Brustwarzen, das ausnahmsweise Hervortreten der Eckzähne, welches den menschenähnlichen Affen eigen ist, beim Menschen, und das wohl etwas mehr als die gedachten Erscheinungen krankhafte Zurückbleiben der Gehirn-Entwicklung bei den sogenannten Kleinköpfen (Mikrocephalen), die sich in geistiger Beziehung den Affen ähnlich verhalten.

Fassen wir alle diese Erscheinungen zusammen, so ist ihre überzeugende Kraft eine so große, daß Derjenige, welcher trotzdessen die thierische Abstammung bestreitet, sich dem Verdachte aussetzt, daß er überhaupt nicht im Stande sei, eine Schlußfolgerung der einfachsten Art zu machen. Es giebt wenig wissenschaftliche Hypothesen, die zu einem gleich hohen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben werden könnten, zu einer Wahrscheinlichkeit, die an die Gewißheit grenzt, soweit dies überhaupt bei einer nicht unmittelbar zu beobachtenden Thatsache möglich ist. Trotzdem, daß es beim Menschen ebensowenig als bei einer andern beginnenden Art möglich ist, einen bestimmten Zeitpunkt festzuhalten, oder aus der Reihe von Uebergangsformen eine herauszugreifen, ist das Interesse an dem ersten Menschen zu groß, um die Frage ganz zu unterdrücken, wie derselbe ausgesehen habe. Wenn wir uns im Geiste eine Mittelform zwischen Buschmann und Chimpanse ausmalen, werden wir in manchen Zügen gewiß das Rechte treffen. Jedenfalls hatten diese nur einzelne Töne hervorkollernden Urmenschen noch mehr Bestialität in ihrem Aeußeren als der häßlichste jetzt lebende Wilde, und der ersten Eva, die an Miß Pastrana erinnert haben mag, würde es schwerlich gelungen sein, einen

andern Mann zu verführen als ihren Adam. Ein niedriger Schädel mit mächtig hervorspringendem Gebiß, lange starke, bis zum einwärts gebogenen Knie herabhängende Arme, wadenlose Beine, ein unsicherer Gang, das waren ohne Zweifel einige der hervorstechendsten Kennzeichen des noch stark behaarten sprachlosen Urahnen. Die starken und langen Arme nützten ihm beim Erklettern der Bäume, denn diese waren, wenn nicht mehr eigentlicher Aufenthalt, doch jedenfalls einer seiner beliebtesten Nahrungsplätze und die stete Zuflucht vor einigen wilden und im Klettern weniger geübten Bestien.

So und nicht in der Gestalt jenes vollkommenen, sündenreinen Wesens, wie ihn die Bibel und die frommen Dichter zeichnen, würde der Urmensch, wenn man ein sprachloses Wesen als Mensch bezeichnen will, erscheinen. Die Ansicht, daß die Urwelt gut war, daß der heutige Mensch ein entartetes, von der früheren Vollkommenheit herabgesunkenes, im Sündenschlamm verkommenes Wesen sei, das ist ein Hirngespinnst, wie es eben nur Priester erfinden und Philosophen vertheidigen konnten. Aber wäre die Wage auch noch schwankend, so dürften wir dreist die Frage stellen: Welches gereicht dem Geschlechte zur größern Ehre? Herabgesunken zu sein in die Sünde, oder sich durch eigene Kraft emporgearbeitet zu haben zu dem Wunderkinde, welches die Himmel durchmißt, die Sterne untersucht und sich selbst zu begreifen anfängt?

XVII.

Die Entwicklung der Gesellschaftstriebe und der Sprache.

Die Natur zwang selbst, die verschiedenen Töne der Sprache
Von sich zu geben; Bedürfniß erdrang der Dinge Benamung.
Fast auf die nämliche Art wie das Unvermögen zu sprechen,
Kinder zu treiben pflegt, mit Geberden sich Hülfe zu schaffen,
Und mit dem Finger auf gegenwärtige Dinge zu deuten:
Jedem verräth die eigene Kraft, wozu sie ihm nütze.
Was ist also darin so großer Bewunderung würdig,
Daß das Menschengeschlecht, mit Zung' und Stimme begabet,
Nach dem verschied'nen Gefühl ansprach die verschiedenen Dinge?
Giebt ja das stumme Vieh, auch selber die wilden Geschlechter,
Laut und Stimme von sich, die ungleichartig erschallen,
Treibet sie Furcht oder Schmerz, und wandelt sie fröhliche Lust an.
(Lucrez V., 1013).

So schwierig es erscheint, den Menschen von der Thierwelt auszusondern, so lange man nur seinen Körperbau im Auge behält, so leicht wird dies, wenn man sein geistiges Vermögen hinzunimmt. Nicht zwar, als ob dem Thiere seelische Fähigkeiten, Verstand und Ueberlegung gänzlich mangelten und als ob ehemals mit dem menschlichen Geiste ein ganz neues Etwas in die Natur eingetreten sei, im Gegentheil, die Entwicklung der Psyche ist ebenso allmälig und schrittweise vor sich gegangen, wie diejenige des Körpers und jede seiner Thätigkeiten. Wir sehen den Beweis dafür noch alltäglich in unsern Kindern, in denen die Psyche allmälig erwacht und nicht plötzlich von irgendwoher kommend einzieht, wie wohl alte Kirchenväter und Philosophen geglaubt haben. Wir haben gesehen, wie in der beschleunigten Entwicklung des Gehirns unter den Säugern schon früh die Grundlage gelegt wurde für eine neue Entwicklungsrichtung in der Natur, wie sich die Wohnung bereitete für die innere Anschauung der Dinge, welche wir als Geist bezeichnen. Aber dieser Geist stand nicht mit einem Male fertig da; er wuchs, wie jedes Kunstwerk, langsam empor, und wie wir vollendete Kunstwerke immer nur als Fertiges auffassen und ihnen leicht eine Art göttlichen Ursprungs zuschreiben,

weil wir das mühevolle Werden nicht sahen, grade so geht es uns mit uns selbst. Es ist offenbar eine einseitige Entwicklung, sofern ihr der übrige Körperbau nicht in annäherndem Maße gefolgt ist, allein diese Einseitigkeit drängte in grader Richtung nach oben und vorwärts. Was wir früher von der Beschleunigung des Fortschrittes in den spätern Zeiten gesagt haben, erreichte im Menschen seinen äußersten Grad; wir glauben, eine Flucht aus dem Thierreiche zu gewahren, ein Aufziehen der Zugbrücke und damit ein Geschiedensein für immer.

Es wäre falsch, wenn man glauben wollte, daß die Thiere nicht ebenfalls geistig fortschreiten. Allein ihre Fortschritte sind so langsamer Art, daß in Zeiträumen, welche den menschlichen Geist vollkommen umwandeln, bei den Thieren kaum irgend eine Veränderung merkbar wird. Seit Hanno vor drittehalb Jahrtausenden von Karthago aus seinen afrikanischen Colonisationszug unternahm und dabei den 1847 wieder entdeckten Gorilla durch Zufall zu Gesichte bekam, handelten diese menschenähnlichen Thiere im Wesentlichen gewiß nahezu wie jetzt, sie Alle thuen heute, was sie gestern thaten, und werden nach tausend Jahren, wenn sie dann noch leben, nicht viel anders handeln. Wie wenig hat dagegen der civilisirte Mensch, welcher eine lange Geschichte hinter sich hat, mit dem Urmenschen gemein, welcher sich erst anschickt, in das, was wir fälschlich Weltgeschichte nennen, einzutreten. Aber gern oder ungern, man wird auch die ungeschriebene Geschichte mit in die Betrachtung hinüberziehen müssen, in welcher sich der Mensch als ein beständig Anderer zeigte, bis er mit den ersten thierähnlichen Anfängern kaum noch irgend eine Aehnlichkeit besaß. Nicht die wenigen Lothe Gehirnmasse, sagt Quinet, die er mehr besitzt, als der Gorilla, sind es, die ihn von demselben trennen, denn dieses Mehr ist eine sehr wechselnde Größe, sondern die ganze mächtige Schicht seiner Geschichte, ein von Jahrhundert zu Jahrhundert wachsender, aber unwägbarer Unterschied liegt zwischen ihnen.

Und wie der Mensch geistig immer derselbe bleiben kann, obgleich seine materiellen Bestandtheile durch den Stoffwechsel beständig fortgeführt und durch andere ersetzt werden, so konnte er umgekehrt geistig immerfort ein anderes, höher stehendes Wesen werden, ohne daß der Körper mit Ausnahme des geistigen Organes wesentlich dabei in Mitleidenschaft gezogen wurde. Im Gegentheil, diese Wandelbarkeit seines Geistes schützte den Körper vor tiefergehenden Veränderungen, wie wir später sehen werden. Die Mumien des Menschen und der Katzen aus den egyptischen Gräbern zeigen keine in die Augen fallenden anatomischen Unterschiede von den heute dort lebenden Menschen und Katzen, obwohl Jahrtausende seit ihrer Beisetzung vergangen sind, aber die Katze fängt noch heute ihre Mäuse, wie zur Zeit der Pharaonen, der Mensch hingegen betet in ihr keine Gottheit mehr an, baut ihr keine Tempel und Grabdenkmäler mehr. Während alle ihm voraufgegangenen Wesen ungeheure Zeiträume zu ihrer Umwandlung bedurften, so daß sie vor

dem Beobachter unverändert stille zu stehen scheinen, um sich als feste, unveränderliche Arten beschreiben zu lassen, schreitet er unermüdlich mit der Zeit vorwärts. Seit seiner Ankunft beschleunigte sich das Tempo der Weltgeschichte, und wenn wir schon sonst wenig Aussicht im Auffinden von zahlreicheren Resten sogenannter Zwischenformen haben, so ist diese Aussicht bei ihm am allergeringsten. Denn seine geringe Verunähnlichung dürfte weniger große Zeiträume in Anspruch genommen haben, wie die irgend eines andern Thieres, was wir ja durch seine Vettern, die menschenähnlichen Affen, bewiesen sehen, die sich in dem gleichen Zeitraume bedeutend weniger über das allgemeine Niveau ihrer Urzeuger erhoben haben. Bald um eines Hauptes Länge über die gesammte Heerde seiner Verwandten hervorragend, entfernte er sich mit Riesenschritten von seinem Ursprunge.

Das erste Zeichen, in welchem ein fernstehender Beobachter das höhere Wesen erkannt haben würde, dürfte die Vertiefung der sogenannten *socialen Triebe* gewesen sein. Wenn wir das eingewurzelte Geselligkeitsbedürfniß der rohesten wie der gebildetsten Menschen betrachten, so wird kaum ein Zweifel darüber bestehen können, daß der Mensch von Anfang an zu den geselligen Thieren gehört habe. Ueberdem sind diese Triebe bei seinen nächsten Verwandten besonders stark entwickelt. Wir werden uns die ersten, noch sprachlosen Menschen daher zu Heerden vereinigt denken müssen, die bei dem Mangel natürlicher Waffen in der Eintracht ihre Stärke suchten, gegenüber den glücklicherweise meistens nicht geselligen Raubthieren. Wir sehen noch heute die meisten pflanzenfressenden Thiere gesellig weiden, gemeinschaftlich Wachen ausstellen, welche die Annäherung eines Feindes kundgeben, und einander beistehen, wenn sie angegriffen werden, was namentlich bei den Affen beobachtet worden ist. Wir sehen bei ihnen deutlich die ersten Anfänge der also ohne allen Zusammenhang mit religiösen Vorstellungen entwickelten *Moral*, wie man das System der socialen Tugenden, die aus der Gegenseitigkeit entsprangen, zu nennen pflegt. *Darwin*, der diesen Gegenstand zum ersten Mal eingehend erörtert hat, führt erstaunliche Beispiele von der Stärke gesellschaftlicher Triebe an, die unter den Thieren zu Handlungen führen, welche man bei dem Menschen als tugendhafte schätzen würde. Dahin gehört, wenn im Alter blind gewordene Thiere von ihres Gleichen ernährt werden, wenn Vögel die Jungen fremder Arten adoptiren, und wenn sie irgend einen Genossen mit Gefahr ihres eigenen Lebens vertheidigen.

Ohne Zweifel haben sich derartige, für das Gedeihen gesellschaftlich lebender Arten nützliche Triebe mit der Zeit vertieft, indem die Anlage zu denselben vererbt wurde. Bei den niedern Thieren sind sie im Allgemeinen viel weniger entwickelt, als bei den höhern, und wir haben gesehen, daß die Mutterliebe als regelmäßige Erscheinung erst bei höhern Vögeln und Säugern zum Durchbruch kommt. Doch bemerken wir bereits bei einigen seit uralten Zeiten gesellig lebenden Kerbthieren hoch entwickelte sociale Instinkte, unter deren Ein-

fluß sogar gesellschaftliche Einrichtungen gezeitigt wurden, wie wir sie noch bei den Menschen selber finden. Wir meinen die Staatenbildungen, Regierungsformen, Kriegführungsweisen u. s. w. der Ameisen und Bienen, die Gewohnheit der ersteren, Sklaven und Hausthiere zu halten, und die vergleichsweise außerordentlich hohe Stufe ihres geistigen und Mittheilungsvermögens. So wenig wir Aussicht haben, einen klaren Einblick in den Umfang dieser kleinen Thierseelen zu gewinnen, — daß in dem geselligen Leben ein unvergleichlicher Sporn für die geistige Entwicklung liegt, lehren sie unwidersprechlich. Es wird daher gut sein, gelegentlich eine Vergleichung mit denselben anzustellen, da zwischen ihnen und andern Insekten ein ähnlicher Unterschied in geistiger Beziehung zu bestehen scheint, als zwischen niedern Menschen und Affen. Wir finden bei den Ameisen und Bienen, daß die socialen Instinkte unter Umständen auch zur Grausamkeit führen, z. B. in der Lösung der Uebervölkerungsfrage, allein ganz ähnliche Handlungen trifft man auch bei Menschen auf niederer Stufe, unter denen nicht selten Kinder- und Eltermord als Sitte bestehen. In diesen Fällen sinkt das gesellschaftliche Wesen allerdings unter das einsam lebende, ebenso wie der Republikaner Brutus gewissermaßen unter den Durchschnitts-Menschen zu sinken scheint, indem er sein eigenes Blut der Staatsidee hinopferte.

Den Beweis, daß das Sittengesetz bis in die geschichtliche Zeit hinein einzig auf den Forderungen des Gesellschaftswohles beruhete, finden wir bei allen auf der Uebergangsstufe stehenden Völkern in dem Umstande, daß Treue, Ehrlichkeit, Wahrhaftigkeit, Hilfsbereitschaft, Mitleid und alle diese mehr und minder verherrlichten Tugenden überall nur den Angehörigen der gleichen Gemeinschaft gegenüber verbindlich gehalten wurden und werden, während dem Gegner oder selbst nur dem Fremden gegenüber Treulosigkeit, Raub, Grausamkeit u. s. w. kaum als irgend verwerfliche Handlungen betrachtet werden. Selbst die klassische Welt kannte außer Bürgertugenden nur wenig Verpflichtungen des Menschen; für Tapferkeit und Tugend hatten die Römer bekanntlich nur ein Wort. Die Ausdehnung der Verbindlichkeit der Sittengesetze auf die fernere Menschheit ist wesentlich ein Produkt verfeinerter Cultur und gesteigerter Geistesbildung, bei welcher religiöse Vorstellungen unter Umständen einen förderlichen, im eigentlichen Sinne aber nur äußerlichen Einfluß geübt haben. „Was du nicht willst, daß man dir thu', das füg' auch keinem Andern zu", heißt das erste, alle andern umfassende Gebot des Gegenseitigkeitsgesetzes, aus dem ein sehr gereinigter Egoismus, wie dies Spinoza unübertrefflich dargethan, zuletzt sogar die Forderungen der Feindesliebe, Demuth und Selbstverleugnung, die nichts weniger als ausschließlich christliche Tugenden sind, hergeleitet hat. Die dem Gesellschaftswesen eigenthümliche Rücksicht auf die „Billigung der Andern", also eine Art von Selbsterziehung, ist dabei von dem größten Einflusse gewesen und aus dem hohen Alter dieser bis in das Thierreich hinabsteigenden gesellschaftlichen Verpflich-

tungen, schreibt sich ein gewisses Eingeborensein der betreffenden Triebe, eine geradezu instinktive Nöthigung zum Beistande eines in Gefahr befindlichen Mitmenschen, die den ohne Besinnen z. B. in's Wasser Nachstürzenden oft in Lebensgefahr bringt. Ich möchte daher selbst den kategorischen Imperativ, das Gewissen, nicht so ganz als eine erst dem Menschen anerzogene und ihm ausschließlich angehörende Regung bezeichnen, wie es von anderer Seite oft geschehen ist.

Auch die holde Scham, diese von den Dichtern gepriesene Blüthe edelster Menschlichkeit, die Verrätherin des Gewissens und der leisesten Regungen des Gefühls, zeigt gewisse Eigenthümlichkeiten, welche beweisen, daß die Möglichkeit der Entfaltung dieser psychischen Vorgänge schon im Thierreich gegeben war. Medicinische Beobachtungen der neueren Zeit hatten nämlich ergeben, daß die Einzelnheiten, aus denen sich diese Erscheinung zusammensetzt, die Beschleunigung des Herzschlages, die geistige Verwirrung und die Röthe, welche sich gleichzeitig über Antlitz und Brust ergießt, auch sehr schnell beim Einathmen von Amylnitrit eintreten, einer zu medicinischen Zwecken benützten Aetherart. Darwin hatte schon vor Jahren auf die Aehnlichkeit dieser künstlichen Scham mit der natürlichen die Aufmerksamkeit gelenkt, und W. Filehne zeigte vor Kurzem, daß Beide gleichmäßig dadurch entstehen, daß eine Gehirnpartie, welche die Blutgefäß-, Athmungs- und Herznerven gleichzeitig beeinflußt, ihre regelnde Thätigkeit vorübergehend einstellt. Es wurde ferner nachgewiesen, daß die meisten Säugethiere in denselben Zustand versetzt werden konnten, daß also die Anlage, unter Herzklopfen zu erröthen und in Verwirrung zu gerathen, schon bei den Thieren vorhanden ist, wenn diese Erscheinungen auch für gewöhnlich nicht eintreten, weil von der minder feinfühlig entwickelten Psyche kein Antrieb zur Abspielung dieses interessanten Vorganges gegeben wird. Diese Nachweisungen scheinen aber, wie ihr Urheber mit Recht hervorhob, ein Verständniß dafür anzubahnen, wie sich beim Menschen im Verlaufe seiner Veredlung jener eigenthümliche Verräther seiner innern Empfindung mit all' seinen Begleiterscheinungen hat herausbilden können.

Zu den gesellschaftlichen Trieben, die sich beim Urmenschen früher als andre geistige Fähigkeiten ausgebildet haben müssen, steht in einer gewissen nahen Beziehung der Wandertrieb. Es ist selbstverständlich, daß gesellig lebende Thiere durch die Bedingungen ihres Unterhaltes viel nachdrücklicher zum Auswandern gezwungen werden müssen, als einsam lebende, und deshalb finden wir bei gesellig lebenden Thieren den Auswanderungstrieb am lebhaftesten entwickelt, wie denn bei Bienen und Ameisen die Bildung immer neuer Colonieen, die sich weiterhin ausbreiten, ganz regelmäßig vor sich geht. Ein ähnliches Ausdehnungsbestreben müssen wir nothwendig auch beim Urmenschen voraussetzen, der sich bereits in einem sehr frühen Abschnitte seines Daseins über den größten Theil der bewohnbaren Erde ausbreitete. Die kosmopolitische Seite seiner Natur gab sich, wie es scheint, schon zu einer

Zeit zu erkennen, in welcher sein Mittheilungsvermögen noch nicht zu einer artikulirten Sprache herausgebildet war. Dies lehrt auf das Unwidersprechlichste das Fehlen jeder Andeutung von dem ehemaligen Vorhandensein einer allgemeinen Ursprache, wie sie die Philosophen früherer Zeit geträumt haben, die vollkommen unabhängige Entwicklung einer großen Anzahl von Sprachstämmen auf der Erde.

Wir werden später darauf zurückzukommen haben, daß die Auswanderung und Ausbreitung über geographisch und klimatisch weit getrennte Orte eines der wirksamsten Mittel zur Verunähnlichung der Lebewesen und der Artenbildung gewesen ist, indem jeder Himmelsstrich und seine Verhältnisse andre Eigenthümlichkeiten derselben vorzugsweise ausbilden halfen. Da der Mensch in vieler Beziehung denselben Einflüssen gehorcht, wie die andern Naturwesen, so haben wir in dieser urgeschichtlichen Ausbreitung, abgesehen von einer etwaigen mehrfachen Abstammung, die natürliche Veranlassung zur sogenannten Rassenbildung zu suchen. Diejenigen, welche die Wirksamkeit klimatischer Einflüsse auf den Menschen bezweifeln möchten, dürfen nur auf die auffallenden und übereinstimmenden Körperveränderungen verwiesen werden, denen alle Europäer bereits nach einem kurzjährigen Aufenthalte in den Vereinigten Staaten unterliegen, um einzusehen, daß ein viele Jahrtausende währender Aufenthalt in verschiedenen Erdtheilen jene tiefgehenden Unterschiede hervorbringen mußte, welche wir bei den verschiedenen Menschenrassen beobachten. Dieselben sind so gleichbleibend und auffallend, daß die Naturforscher, wenn es sich nicht um Ihresgleichen handelte, und wenn diese Unterschiede in gleicher Stärke und Beständigkeit bei irgend einem Thiere hervorträten, unbedingt verschiedene Arten daraus gemacht haben würden und in den entsprechenden Fällen auch gemacht haben.

Man unterscheidet jetzt, anstatt der fünf Blumenbach'schen Menschenrassen, ziemlich allgemein zwölf Stämme, die sich nach der Beschaffenheit ihres Haares in zwei auch sonst wohlumschriebene Abtheilungen bringen lassen, die Woll- oder Platthaarigen, bei denen das Haar auf dem Querschnitt länglichrund oder plattgedrückt erscheint und die Rundhaarigen mit kreisrundem Querschnitt. Zu den ersteren, welche neben dem wolligen Haar durchweg lange Schädel, hervortretende Mundbildung, dunkle Haut-, Haar- und Pupillenfarbe aufweisen, gehören die Kaffern, Hottentotten und Neger, welche Mittel- und Südafrika bewohnen, und die Papuas, welche jetzt nur noch auf Neu-Guinea (Papua), den Philippinen und den melanesischen Inseln zu treffen sind, während sie früher eine viel weitere Verbreitung hatten. Sämmtliche wollhaarigen Rassen gehören offenbar einer niedrigeren, den Affen und Urmenschen auch körperlich näherstehenden, zurückgebliebenen Rasse an; sie ermangeln einer thatenreichen Vergangenheit und scheinen einer höhern Gesittung und Geistesbildung, selbst wenn sie ihnen, wie jetzt den Negern in Amerika, unter den günstigsten Bedingungen geboten wird, nicht fähig zu sein. Ueberall,

wo sie mit den rundhaarigen Brüdern in Berührung getreten sind, scheinen sie denselben unterlegen zu sein. So wurden die Papuas in älteren Geschichts-Epochen von den Malayen aus Indien, wo sie an der Straße von Malakka noch einige verlorne Posten besetzen, und von den Inseln des indischen und stillen Oceans, wo sie sich zuweilen noch im gebirgigen Innern halten, verdrängt, so sind sie in neuester Zeit auf Vandiemensland dem Andringen der Europäer erlegen.

Es ist bekannt, welche Anstrengungen von Seiten der Engländer gemacht worden sind, die letzten Reste der Urbewohner Tasmaniens zu erhalten. In einer schrecklichen Steigerung und in einer fast geheimnißvollen Weise verminderte sich die Bevölkerung von Jahr zu Jahr; es schien, als ob aller Lebensmuth von diesen Menschen genommen wäre; ihre Vermehrungsfähigkeit schien völlig erloschen. Dieses höchst schmerzliche Schauspiel hatte doch für den Naturforscher ein großes Interesse insofern, als es ihm zeigte, wie die Geschlechter in der Natur erlöschen, wie der Kampf um's Dasein unter Umständen ganz den Charakter des Gewaltsamen verliert und doch ebenso unfehlbar das Aufkommen der befähigteren Rasse begünstigt. Es scheint, daß die Geistesbildung und Kultur selber erworben sein müssen, wenn sie wirksam werden sollen, daß sie nicht mitgetheilt werden können, denen, welchen die im langsamen Fortschreiten zu erwerbenden Anlagen dazu fehlen. Das Kind in der civilisirten Nation bringt diese Anlagen mit auf die Welt, aber die Entfernung jener Kindheitsvölker von unserer mannbaren Welt ist zu groß, sie können den Schritt aus dem Steinzeitalter in die Zeit der Eisenbahnen und Telegraphen nicht mit einem Male machen und erliegen dem Versuche. Sie gerathen, wie Quinet sagt, in eine sittliche Atmosphäre, in der sie nicht athmen können. Die Geschenke der Civilisation, weit entfernt, ihnen zu Gute zu kommen, der Branntwein, das Schießpulver, die Putzsucht, beschleunigen den Untergang. Und dieses Verschwinden einer Menschenart vor der andern vollzieht sich nicht mit einem Male durch die Gewalt eines mächtigen Zusammenpralls, sondern langsam und geräuschlos, und das erläutert, wie es mit der Mehrzahl der ausgestorbenen Rassen gegangen sein wird. Wenn es nicht auf dem weiten Erdenrund einige Schlupfwinkel gäbe, in denen, wie in Innerafrika, die Mitbewerbung der rundhaarigen Rassen durch klimatische Verhältnisse ausgeschlossen wäre, so würden wir wahrscheinlich nach wenigen Jahrhunderten keine wollhaarigen Menschen auf der Erde mehr finden, und die Kluft zwischen Affe und Mensch würde noch um einige Spannen weiter gähnen.

Natürlich rastete dieser Kampf um die Scholle auch unter den einzelnen Rassen der bildungsfähigeren, rundhaarigen Klasse, zu welcher Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner, Dravidas, Nubier und Mittelländer gehören, niemals, so weit sie irgend in Berührung traten, und wird nie rasten, so weit wir sehen können. Dasselbe wehmüthige Schauspiel,

welches wir vor wenigen Jahren bei den Tasmaniern erlebten, werden wir bald bei den Rothhäuten Nordamerika's, bei den Araukanern der Cordilleren und den Kabylen des Atlas sich wiederholen sehen, wenn sie sich in ihren Schlupfwinkeln auch vielleicht etwas länger halten. Das Austilgen der Arten durch andere ist ein Gesetz der Natur, dessen Wirksamkeit kaum jemals vorher so sehr gesteigert worden ist, als in der Menschenzeit, welche, um nur der größeren Thiere zu gedenken, das Mammuth, den Riesenhirsch, den Höhlenbär, die Steller'sche Seekuh, den Dronte und die Neuseeländischen Riesenvögel neben vielen andern Thieren austilgen half, und andere, wie Auerochs und Elen, auf den Aussterbe-Etat brachte.

Alle jene zwölf Menschenarten gehören durchaus verschiedenen Sprachstämmen zu, und alle Untersuchungen führen darauf hin, daß diese verschiedenen Rassen sich geschieden hatten, ehe das Sprachvermögen entwickelt war. Finden wir doch sogar bei einigen Unterarten, z. B. bei den Indogermanen, Kaukasiern, Semiten und Basken, die sämmtlich zu den Mittelländern gehören, Sprachen, die bisher nicht auf eine gemeinschaftliche Urform zurückgeführt werden konnten, so daß wir auch ihre Sonderung in geographisch geschiedene Unterarten vor die Ausbildung der Sprache setzen müssen. Wie wir den Besitz der Sprache als das eigentliche durchgreifende Merkmal des Menschen ansehen müssen, da ihre Ausbildung sozusagen den Menschen erst vollendete, so ist die Sprachforschung in neuerer Zeit immer mehr als ein Zweig der Naturforschung anerkannt worden. Und nicht allein, daß man, wie der gewissenhafte Ornithologe, den Schrei eines Vogels als Bestandtheil seiner Charakteristik betrachtet, man hat die Sprache des Menschen nach den Grundsätzen der Darwin'schen Theorie angefangen als eigentlichen Leitfaden bei der Ermittelung des Völkerstammbaumes zu betrachten.

Zunächst drängt sich die Frage auf, ob die Sprache überhaupt etwas durchaus Neues in der kosmischen Entwicklung war, oder ob man mit einigem Rechte von sogenannten Thiersprachen reden kann. Der Naturmensch hält das Vorhandensein von Thiersprachen für durchaus erwiesen, und unzählige Volksdichtungen berichten von magischen Mitteln, durch die sich der Mensch in den Stand setzen könne, wie Melampus bei den Griechen, die Sprache der Holzkäfer, oder wie der deutsche Sigurd, den „Jargon" der Vögel zu verstehen. Man muß hier nothwendig Sprache und Mittheilungsvermögen unterscheiden. Daß das Mittheilungsvermögen unter allen gesellig lebenden Thieren zu einem mehr oder weniger hohen Grade entwickelt ist, wird von keinem Naturbeobachter bezweifelt. Man wird dann drei Formen unterscheiden können: die durch den Gesichtssinn wahrzunehmende Geberdensprache, die auf das Gehör wirkende Tonsprache und endlich die nur in unmittelbarer Berührung durchführbare Tastsprache, wie man sie z. B. den Ameisen in einiger Ausbildung zuschreibt. Obwohl wir von der Tastsprache beim Händedruck u. s. w. auch noch Gebrauch machen, haben sich beim Menschen nur die

Geberden und Tonsprache gleichmäßig höher entwickelt, wobei die letztere auf dem Wege zu sein scheint, die erstere bei den gebildeten Völkern immer mehr zu unterdrücken. Die Tonsprachen der Thiere sind im Wesentlichen, was wir Interjektionssprachen nennen, d. h. einzelne Ausrufe, welche Gefühlszustände ausdrücken und bei den gesellig lebenden Thieren offenbar auch auf Warnungs- und Hilfs-Rufe verschiedenster Art ausgedehnt werden. Das Bellen des Hundes ist sehr reich an solchen verschiedenartigen Tonausdrücken, und die Sprache, in der sich der Mensch mit Thieren oder ganz jungen Kindern unterhält, ist wesentlich eine solche Geberden- und Interjektions-Sprache, wie sie die noch nicht zur Artikulation oder Sprachgliederung gelangten Wesen am besten verstehen und wie sie ohne allen Zweifel für den Urmenschen das erste Ausdrucksmittel gewesen ist. Genaue Beobachter haben bei Affen einen großen Reichthum solcher Töne wahrgenommen, wie denn das Vergnügen, zu dessen Ausdruck der Hund seinen Schwanz in Bewegung setzen muß, von ihnen zum ersten Male in der Natur durch ein Kichern oder Lachen ausgedrückt wird. Von der Geberdensprache erscheint es als sicher, daß sie ehemals ein viel wesentlicheres Element der Verständigung abgegeben hat, als heute, wo der Gebildete beim Sprechen kaum noch eine Mine verzieht. Wenn wir aber in die Schichten des niederen Volkes hinabsteigen, so sehen wir bei der Unterhaltung eine um so ausdruckreichere Mimik hervortreten, je lebhafter das Temperament und je unausgebildeter und wortarmer die Sprache der Verständigung Suchenden ist. Bei manchen wilden Völkern erhalten die wenigen Worte ihrer Umgangssprache durchaus erst vermittelst der Mimik und Gesten ihre nothwendige Ergänzung, sie lassen z. B., ob von sich, einer zweiten oder dritten Person die Rede ist, einzig aus den Gesten errathen, und ein beliebiger ungebildeter Matrose weiß sich durch Geberden und Gefühlsausdrücke beinahe mit allen Völkern der Welt über die gewöhnlichen Bedürfnisse des Daseins zu verständigen.

Einige Sprachforscher haben geglaubt, daß man die Wortwurzeln aller Ursprachen auf solche Gefühlsausdrücke, die in einer bedeutenden Weise vermehrt worden seien, zurückführen könne, daß die Sprache mit andern Worten gänzlich auf Aeußerungen zurückführbar sei, die den Thieren keineswegs abgehen. E. B. Tylor hat in dieser Beziehung auf die Allgemeinheit des Ausdruckes, mit welchem der Mensch seinen Widerwillen und Ekel ausdrückt, aufmerksam gemacht. Es ist z. B. gewiß nur ganz in der Sache begründet, daß wir einen übeln Geruch und was sich uns sonst Unangenehmes nähert, durch starkes Ausblasen der Luft zu entfernen suchen. Was bei den Thieren als Fauchen zu Tage tritt, gestaltet sich beim Menschen zu einem sehr ausdrucksvollen Puh! Puah! oder Pfui! oder Fi!, und diese den höchsten Widerwillen und Ekel ausdrückende, zur Hälfte instinktive und unwillkürliche Aeußerung finden wir als Wortwurzel daher nicht blos in den indogermanischen, sondern auch in andern Sprachen wieder. So heißt im Sanskrit puy faul

werden, ſtinken und piy haſſen. Die Wurzel pu findet ſich weiter im lateiniſchen pus, putridus, im gothiſchen fuls, im engliſchen foul, im deutſchen faul u. ſ. w., der Franzoſe nennt den Goſſenkehrer ſehr ausdrucksvoll: maitre fi! fi! Das engliſche fiend (Teufel) und deutſche Feind ſcheinen ſich anzuſchließen. Aber auch der Sulu braucht den Ausdruck: „das Fleiſch ſagt pu!“ ſtatt „es ſtinkt“, der Timoreſe ſagt poop, ſtinkend; die Guiché-Sprache hat puh, Fäulniß und pus verderben. An das maitre fi fi erinnert der amerikaniſche Name des Stinkthiers (o-pun-pun), der Sanskrit-Name der Zibethkatze (pûtikâ) und an dieſen wieder das franzöſiſche putois, Iltis.

Aber derſelbe Anlaut pu, bu, fu geht nun auf der ganzen Welt auch in eine Menge Wörter, die nur das Wegblaſen mit dem Munde im Allgemeinen, und ohne den beſonderen Nebenbegriff des Unangenehmen, andeuten wollen. Das deutſche und däniſche puſten (welches mit Buſen zuſammenzuhängen ſcheint) entſpricht dem puput der Malayen, dem pupui der Maori, dem buka der Galla, puhuni der Peruaner, dem puhkia der Finnen, puciu der Litthauer, puach der Hebräer u. ſ. w. Weiter leiten ſich dann in den verſchiedenſten Sprachen Wörter ab, welche das An- und Ausblaſen des Feuers, das Kaltblaſen einer Speiſe, das Aufblaſen und Aufblähen oder Blaſenwerfen einer Sache bezeichnen wollen, ſo nennen die Sulu's ſogar einen aufgeblaſenen Kerl puku puhu. Soll ein kurzer Luftſtoß bezeichnet werden, ſo ſchneidet die Sprache die Thätigkeit der Lippen mit einem ff ab, und es entſteht das Puff! oder Buff! der Deutſchen, welches keineswegs den Knall, ſondern vielmehr den Luftſtoß nachahmen will. So ſetzen die Engländer für Puderquaſt powder-puff, für Boviſt puff-ball. Die Indianer von Yucatan nennen das Blasrohr pub, und die Geſellſchafts-Inſulaner, welche meinten, die Europäer bliesen durch ihr Gewehr, bildeten alsbald von ihrem puhi blaſen das Wort pupuhi ſchießen, während die Neuſeeländer die Flinte einfach pu nannten. Die Tſchinuk-Indianer Nordamerika's überſetzten Schießen mamuk pu, d. h. Pu machen, und einen ſechsläufigen Revolver nannten ſie tohum pu, d. h. ſechsmal Pu!

Sehr lehrreich für die Entſtehung vieler Wörter aus Interjektionen ſind auch die Ausdrücke, mit welchen die verſchiedenen Sprachen das Schweigen oder Stummſein bezeichnen. Wenn Papageno in der Zauberflöte ſein Schloß vor den Mund gelegt bekommt, ſo ſingt er bekanntlich auf m'm durch die Naſe weiter, als den einzigen Laut, den er hervorbringen kann. Dieſer Laut findet ſich in dem mum der Engländer, dem maum der Tahiter, dem ſtumm der Deutſchen und dem allgemein verbreiteten hum! hum! wenn man zu einer Rede etwas zu erwidern hätte, aber zu ſchweigen vorzieht, wieder. Die Worte ſummen, brummen, vermummen u. ſ. w. ſchließen ſich an. Andrerſeits wird bei faſt allen Völkern der Erde Ruhe verlangt mit einem langgezogenen Ziſchlaut, der, wie ich glaube, das Summen der Stille im Ohre — denn man hört die Stille bekanntlich als inneres, ſonſt übertöntes Binnen-Geräuſch —

nachahmen soll. Ein verlängertes S oder das englische Th oder das Sch! und H'sch! dient hierzu, und das Ausziſchen eines Redners oder Sängers, der nicht gefällt, war bei den Indiern, den alten Hebräern, Römern und Deutschen gleich gebräuchlich. Das türkische susa! das ossetische ss! das fernandische sia! das jorubaische sio! und das lateinische silentium! bedeutet immer Ruhe! still! daß man hören kann! Ebenso berühren sich das hush-sch der Sioux-Indianer mit dem englischen to hush und dem französischen chut! In den indogermanischen Sprachen wird durch das Endigen des Zischlautes in ein T die Absicht des plötzlichen Einhaltthuns einer Rede oder eines Laufes, wie in dem vorhin angeführten Beispiele durch das doppelte F noch eindringlicher. Der Zischton wird gleichsam abgeschnitten. Wie bei den Römern die Geberde des auf den Mund gelegten Fingers lautlich in St! übersetzt wurde:

Isis et Harpocrates digito qui significat st!

so erbitten die Deutschen und Russen mit diesem mehr oder weniger langgezogenen und plötzlich geendigten St! Stille, ebenso wie der Engländer hist! oder whist! und der Schwede tyst! ruft. Aber dieses St! rufen wir auch Jemandem nach, den wir auf der Straße zum Stillstehen veranlassen möchten, wobei im Deutschen wie im Spanischen nicht selten ein P (Pst!) hinzugefügt wird. Es ist wahrscheinlich, daß aus dieser Interjektion die Ausdrücke sta! steh'! still! u. s. w. abgeleitet sind und nicht, wie Andere meinen, umgekehrt, welche Wörter sich dann weiter bildeten, in Station, Stand, Stelle, stampfen u. s. w.

Wir können kaum daran zweifeln, daß in der That solche ursprünglich unartikulirten Rufe und Gefühlsausdrücke zahlreich in die Ursprachen übergegangen sind, allein abgesehen davon, daß die Sprache erst mit der Gliederung solcher Laute beginnt, glauben wir in der nachher zu besprechenden Lautnachahmung einen viel wirksameren Antrieb zur Sprachenentwicklung zu erkennen, als in der Fortbildung solcher dem Thierreiche allgemein angehörender Ausrufe, die zum Theil selber Lautnachahmungen sind, oder mit denselben verschmelzen. Jene erforderliche Fertigkeit, den Laut zu gliedern, beobachten wir im Wesentlichen nur bei zwei Arten von Thieren, bei den Vögeln und den Menschen, und wenn wir uns fragen, ob denn eine gemeinsame Körper-Eigenthümlichkeit zu dem gleichen Ergebniß bei beiden geführt haben könnte, so kommt uns die Zweibeinigkeit natürlich zuerst in's Gedächtniß. Es ist das Verdienst von Gustav Jäger, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß diese Zweibeinigkeit in der That in einem gewissen Verhältnisse zur Ausbildung der Stimme gestanden haben könne, da erst mit der Umbildung der Vorderbeine in Flügel oder Hände der Brustkasten die zur Stimmvervollkommnung unumgänglich nothwendige Freiheit erhielt. Für das Singen wie für das Sprechen ist nämlich die vollkommene Beherrschung der Luft-Ausgabe, die je nach Umständen bald ungehemmt, bald zurückgehalten, bald stoßweise

plötzlich, bald gleichmäßig langsam erfolgen muß, d. h. also die Regelung der Ein- und Ausathmung erstes Erforderniß. Der Blasebalg, d. h. die Lunge, muß hierzu eine größere Unabhängigkeit von den Bewegungen der Gliedmaßen erhalten, als sie der Vierfüßler je erlangen kann. Wenn schon dem Menschen die Bewegung des Gehens das Singen und Reden erschwert, so ist die Beengung der Brust durch den Lauf beim Vierfüßler natürlich viel größer, und schon um anhaltend unartikulirt brüllen zu können, muß er stehen bleiben. Obwohl die Brust des Vogels durch ihren innern Knochenpanzer viel besser gegen eine Beengung durch die Flügelbewegungen geschützt ist, setzen sich die Vögel, wenn sie singen wollen, meist ruhig auf einen Zweig, und diejenigen, welche wie die Lerche im Fluge singen, benützen wahrscheinlich die Pausen, in denen sie bei unmerklicher Flügelbewegung ruhig im Aether schwimmen. Jedenfalls ist das singende Emporsteigen ein seltenes Virtuosenstückchen. In der Natur finden sich eine Menge von Anläufen dazu, die Stimme der männlichen Thiere, um damit ihre Werbung zu unterstützen, ohne diese Befreiung des Brustkastens zu verstärken, und wir sehen hierfür z. B. Schallsäcke ausgebildet, mit deren Hilfe die Frösche und viele Affenarten ihre ohrenzerreißenden Concerte vollführen. Allein ein Versuch, die Töne zu gliedern, konnte mit Erfolg erst gemacht werden, nachdem der Windkasten von dem Hemmniß der Vorderbeine frei geworden war. Dies ist höchst wahrscheinlich der Grund, daß, obwohl das Stimmorgan der Säuger im Allgemeinen ähnlich gebaut ist, wie das des Menschen, doch erst von ihm und einigen aufrecht gehenden Affen jene Gliederungen der Töne nachgeahmt wurden, in denen die Vögel ihnen wahrscheinlich um manches Jahrtausend den Vorsprung abgewonnen hatten.

Athanasius Kircher hat den Jesuitenpatern, welche die Brasilianer im siebzehnten Jahrhundert zu bekehren suchten, nacherzählt, daß das Aï oder dreizehige Faulthier Nachts in den amerikanischen Wäldern die Tonleiter auf ha, wie die Gesangsschüler thun, auf- und abwärts singe, und daher gleichsam als Erfinder der Musik angesehen werden könnte. Diese Angabe scheint aber nicht sehr zuverlässig zu sein, denn neuere Naturhistoriker wissen nichts davon, und Owen bemerkt vielmehr ausdrücklich, daß eine Art des Gibbon (Hylobates agilis) das einzige Säugethier sei, von dem man sagen könne, daß es singe. Waterhouse, der diese Wahrnehmung anscheinend zuerst gemacht hat, und wie Owen gleichzeitig Natur- und Musikverständiger ist, sagt, daß die Intervalle der von diesem menschenähnlichen Affen ausgestoßenen, sehr musikalischen Laute um einen halben Ton auseinanderlägen, und daß die von ihm auf- und abwärts gesungene Skala eine Oktave umfasse. Es ist gewiß von großem Interesse für unsere Frage, daß man grade bei demjenigen Affengeschlechte, welches den menschenähnlichen Affen der Vorzeit und also wahrscheinlich auch den Ahnen der Menschen am nächsten steht, Affen findet, die mit dem aufrechten Gange eine solche Gewalt über die Kehlkopfsmuskeln vereinen, daß sie die Tonleiter für das Ohr musikalischer Beobachter richtig

singen können. Denn dieselbe Beherrschung des Stimmorganes, wie sie die Erzeugung musikalischer Töne erfordert, ist eine Vorbedingung für die Ausbildung des Sprachvermögens, wie wir schon an der Leichtigkeit sehen, mit welcher die verschiedensten Vögelarten sprechen lernen, während der sprechende Hund, den Leibniz untersucht haben soll, überall den stärksten Zweifeln begegnet. Daß es die Vögel trotz ihres vortrefflich zum Sprechen geeigneten und theilweise vollkommneren Stimmorganes doch nicht wie die Menschen zum Sprechen gebracht haben, liegt eben, wie wir schon früher ausführten, an der Unvollkommenheit ihres Geistesorganes. Im Uebrigen wissen wir nicht, wie weit ihr Zwitschern und Gesang wirklich zum Ausdrucke nicht nur allgemeiner Empfindungen, wie Freude, Schmerz, Liebessehnsucht u. s. w., sondern auch zum eingehenderen Meinungsaustausche dient.

Es ist aber bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, daß sich die Vögel nicht unbedeutend an dem Sprachunterricht des sprachlosen Urmenschen betheiligt haben. Als Baumkletterer, wie seine Vettern, legt er es uns nahe, ihn in den Wipfeln der Wälder jenen gegliederten Tönen lauschend zu denken, in denen die gefiederte Welt die Empfindung ihrer Brust hervorströmte, oder mit lautem Geschwätz den Wald erfüllte, und daß er die Nachahmung dieser Töne versuchte. Es fällt dabei nicht wenig in's Gewicht, daß sein geistiger Horizont, damals noch nicht viel über den der Affen hinausging, bei denen der Nachahmungstrieb bekanntlich die hervorstechendste Eigenthümlichkeit ist. Schon Aristoteles hat darauf hingedeutet, daß der Mensch, wie der Affe ein „nachahmendes Thier" sei. Dieser Nachahmungstrieb tritt am stärksten auf bei Kindern und Naturmenschen. Charles Darwin und andere Reisende haben uns über die bewunderungswürdige Genauigkeit, mit welcher alle Gesten, Mienen und Bewegungen der Europäer von wilden Patagoniern, Australiern und Afrikanern nachgeahmt wurden, berichtet. Sie sprachen unter andern lange Sätze der europäischen Sprachen, mit einer Fertigkeit nach, deren wir im umgekehrten Falle nicht fähig sein würden. Bei den civilisirten Völkern wird diese Neigung zur Nachäffung durch die Erziehung gewöhnlich mehr oder weniger vollständig unterdrückt, aber die neueren Versuche über den sogenannten Hypnotismus haben erwiesen, daß auch bei Erwachsenen die Neigung zu nachahmenden Bewegungen und ein gewisser Zwang dazu, sehr lebhaft zu Tage tritt, wenn man sie bei wachen Sinnen der Kontrole des Selbstbewußtseins entzieht. Sie benehmen sich, wie die öffentlichen Vorstellungen gezeigt haben, dann völlig wie Affen, und ahmen unter neuerdings festgestellten Umständen auch Töne und Worte aller Art nach. Einer der ältesten Schriftsteller, der das Problem des Sprachursprungs vom Standpunkte der Descendenztheorie behandelt hat, Lord Monboddo († 1799) wies bereits auf die Wichtigkeit dieser den Menschen mit den Affen gemeinsamen geistigen Eigenthümlichkeit für die Entstehung der Sprache hin, und es ist in der That höchst wahrscheinlich, daß sie dieselbe wichtige Rolle, bei

der Entstehung der Sprache gespielt hat, die wir sie auch heute noch bei dem Sprechenlernen unserer Kinder spielen sehen. Schon im Allgemeinen verführt die durch Befreiung der Brust erworbene Macht über die Stimmritze zu spielenden Klangnachahmungen, wie der Staar und Rabe, die das Knarren der Stubenthür und das Husten ihres Pflegers nachäffen, wie es die Spottdrossel und selbst der Dichter beweisen, welcher in seinen Versen den Trab des Rosses oder das Gepolter eines herabrollenden Felsblockes nachzuahmen sucht. Eine solche, vorläufig ganz gedankenlose Nachahmung könnte leicht beim Urmenschen das Mittel gewesen sein, die Stimmmuskeln einzuüben. Noch heute ist ja die Sprache nichts Angeborenes, wie das Weinen und Lachen, sondern ein durch Uebung zu erwerbendes Vermögen, zu welcher der Mensch nichts als die Vorbedingungen zur Welt bringt: „denn die Zunge war da, lang vor Entstehung der Sprache." (Lukrez.)

Gewiß gehörte ein großer Theil der ersten Sprachversuche des Menschen zu den Onomatopöieen, d. h. zu den Nachahmungen der Naturlaute, die zu seinem Ohre drangen. Während er Anfangs nur durch den angebornen Laut der Ueberraschung oder des Schreckens seinen Gefährten mitgetheilt haben mag, wenn ein Bär den Weg bei seinem Aufenthaltsorte vorbei genommen, wird er bald mit der Hand die Richtung des fliehenden Thieres angedeutet haben, und diese Geberde mit einem Brummen begleitet haben, gerade wie das Kind, welches seine ersten Sprachversuche anstellt, zur Wärterin sagt: Da Miau! oder da, Wau! Wau! In sämmtlichen Ursprachen sind alle Thiere, welche einen charakterischen Schrei ausstoßen, nach demselben benannt, z. B. unzählige Vögel der Indianersprachen Amerika's. Die Naturmenschen haben darin viel besser die vernünftige Forderung des heiligen Thomas von Aquino, daß die Namen der Naturdinge sich nach dem Wesen derselben richten sollten, erfüllt, als viele gelehrten Systematiker. In abgeleiteten Sprachen sind die Benennungen der Thiere nach ihren Naturlauten häufig bis zur Unkenntlichkeit entstellt, allein häufig bleibt doch auch die Klangnachahmung siegreich bestehen. Als Buffon bemerkte, daß der Staar auch im Sanskrit stara heißt, und den Namen der Krähe durch Sanskrit, griechische, lateinische, deutsche, französische und englische Sprache verfolgte und überall den ähnlichen Klang fand (karava, korone, corvus, Krähe, corasser, crow) war er nahe daran, den gemeinsamen Ursprung der indogermanischen Sprachen zu erkennen, obwohl er dabei allerdings einem trügerischen Winke gefolgt wäre. Denn es liegt in der Natur der Sache, daß solche nachahmenden Worte in den verschiedensten Sprachen gleich klingen. Einige Beispiele werden dies darthun. Es lag nahe, daß der Mensch, nachdem sein Denkvermögen sich Hand in Hand mit dem Ausdrucksvermögen erweitert hatte, auch bald abgeleitete Begriffe von solchen Worten entnahm. So hängen offenber die Worte congruere zusammenkommen mit den Versammlungen der Kraniche, deren Name (grus) wiederum von ihrem Geschrei

abgeleitet ist, die Worte ulula Eule und ululare heulen untereinander zusammen, aber die Worte wail jammern der Engländer und ule klagen der Fidschi-Insulaner zeigen dieselbe Stammsylbe. Es ist merkwürdig, wie oft man später in dem „Patois der Vögel" menschliche Worte zu erkennen glaubte, wie dies ja die mancherlei Texte beweisen, die man bei uns den Vogelrhythmen unterlegt, oder die Märchen und Dichtungen, die darauf beruhen, daß z. B. die Alten in den schmelzenden Tönen der Nachtigall schluchzende Rufe (Itys! Itys!) zu vernehmen meinten.

Natürlich werden nicht blos Thierstimmen, sondern auch andre Töne zu neuen Wortbildungen veranlaßt haben. So wird man manche Arbeiten und Thätigkeiten, wie das Sägen, Stampfen, Brechen nach dem Geräusch, welches diese Thätigkeiten hervorbringen, bezeichnet haben. Solche Wörter sind klopfen, kläffen, klappern, klappen, klatschen, klimpern, klittern u. s. w. In ähnlicher Weise drücken die meisten Ausdrücke für Niesen durch eigenthümliche Consonanten-Häufungen das Gewaltsame dieses Aktes aus (im Sanskrit kschu, brasilianisch haitschu) und so hat man von manchen slavischen Sprachen gesagt, man müsse immerfort niesen, um sie zu erlernen.

Wie gefährlich es aber ist, von solchen Lautnachahmungen und Naturlauten, die in allen Sprachen zu ähnlichen Wortbildungen geführt haben, auf einen gemeinsamen Ursprung aller Sprachen aus einer Ursprache zu schließen, beweist das bekannte Beispiel von dem Lallen der Kinder, welches fast überall zu den Worten Papa oder Tata für Vater und Mama oder Nanna für Mutter geführt hat. Buschmann hat in seiner Abhandlung über den Naturlaut die Thatsächlichkeit dieser Uebereinstimmung der Kindersprache durch zahllose Beispiele belegt, aber zugleich die Lächerlichkeit einer etwaigen Annahme, daß Deutsche und Karaiben verwandt seien, weil bei beiden die Kinder den Vater Papa nennen, oder der Deutschen und Hottentotten, weil beide zur Mutter Mama sagen, ins Licht gestellt. Diese Ausdrücke sind offenbar dem Lallvermögen am nächsten ausführbar, und es verhält sich damit umgekehrt, wie mit dem Umstande, daß der ersten Kindersprache schwere Consonanten, die manche Sprachen überhaupt nicht kennen, fremd sind. Das Kind lernt erst die Lippen- und Zungen-Laute und da kommt als leichtestes Mama, als etwas schwerer Papa zum Vorschein, aber in Chili heißt die Mutter Papa und in andern Sprachen (z. B. in Georgien und auf der Insel Meang) der Vater Mama.

Offenbar bietet das Sprechenlernen der Kinder vorsichtig betrachtet, einige wichtige Anhaltspunkte für die Art und Weise, in der wir uns die Entstehung der Sprachen zu denken haben, und in dieser Richtung hat Fritz Schultze in neuerer Zeit einige sehr interessante Beobachtungen mitgetheilt. Dem Kinde gelingt neben den mit ungetheilter Mundhöhle hervorgebrachten Vokalen (A O U) zuerst die Erzeugung der Lippen- und Zungenlaute (P B M F W D N H), vielleicht weil die zur Erzeugung dieser Laute gebrauchten Organe zuerst durch

das Saugen einige Kraft und Selbstständigkeit erhielten. Es ist nun merkwürdig, daß eine Menge Natursprachen keine andern Consonanten als die Genannten, etwa unter Hinzunahme des R besitzen. Später kommen die übrigen Vokale; in deutlichen Zwischenräumen erscheint die Fähigkeit L und S — Ch und J — Sch und S — auszusprechen und zuletzt kommen die in vielen Natursprachen ganz fehlenden Gaumenlaute G und K hinzu.

Auch sonst erinnern mehrere Eigenthümlichkeiten der Kindersprache an die Natursprachen, namentlich die schon von Monboddo in beiden beobachtete Neigung, die Sylben zu verdoppeln und der Vokalreichthum. Wie das Kind Mama, Tutu, Wauwau, Dodo, Hot-hot u. s. w. sagt, so kommen nach Lubbock auf 1000 Worte, im Neuseeländischen 169, im Tonga 166, im Hottentottischen 75, in den europäischen Sprachen dagegen nur 2—3 Verdoppelungen. Es gehören hierher z. B. die neuseeländischen Worte ahi-ahi Abend, aki-aki Vogel, awa-awa Thal, awanga-awanga Hoffnung u. s. w. Die Meinung einiger berühmten Sprachforscher der Jetztzeit, daß die Ursprachen vorwiegend aus einsylbigen kurzen Wörtern bestanden hätten, wird schon von Monboddo mit dem Hinweise bestritten, daß bei den Eskimo's das Wörtchen mik-ke-u-wk-rook klein bedeute, und won-na-we-uck-tuck-luit viel. Vorwiegend einsylbige und consonantenreiche Sprachen wie die Chinesische und Hebräische sind, weit entfernt Natursprachen zu sein, vielmehr das Endergebniß vielfältiger und systematischer Abkürzung. Auch in der Wort- und Satzbildung bietet die Kindersprache mancherlei Parallelen zu den analogen Vorgängen im Sprachenleben der Völker, z. B. darin, daß die Kindersprache sich gänzlich auf die Bezeichnung bestimmter Gegenstände und Verhältnisse beschränkt, und daß ihm alle die abgeleiteten Worte zur Bezeichnung abstrakter Begriffe, z. B. alle die Wortendungen auf ung, keit, heit, schaft, nis u. s. w. völlig fehlen. Gewiß hatte man anfangs nur einen beschränkten Wortschatz von sogenannten Hauptworten und bediente sich desselben ähnlich wie die Kinder in ihren ersten „Erzählungen" ohne alle satzgemäße Verbindung nur mit Unterstützung eines lebhaften Geberdenspiels. Dazu fanden sich dann wohl zunächst Bezeichnungen für gewisse Thätigkeiten und Eigenschaften der Dinge.

Ein lehrreiches Beispiel von der Unvollständigkeit des Wortschatzes der Natursprachen bilden die Farbworte, die in neuerer Zeit Anlaß zu vielen Diskussionen gegeben haben. Es war dem englischen Premierminister Gladstone aufgefallen, daß Homer so überaus arm an Farbwörtern ist, und daß ihm feststehende Bezeichnungen für Grün und Blau ganz fehlen. Geiger, der diesen Mangel auch bei den alten Indern, Hebräern und nordischen Völkern nachwies, bauete darauf die tolle, mit einem Aufwande großer Gelehrsamkeit unterstützte Theorie auf, daß diese alten Völker eben kein Grün und Blau hätten unterscheiden können, daß sich der Farbensinn beim Menschen erst in historischen Zeiten entwickelt habe u. s. w. Nachdem diese einschmeichelnde Theorie ein großes Aufsehen erregt, und unzählige, meist zu-

stimmende Veröffentlichungen veranlaßt hatte, zeigte der Schreiber dieser Zeilen zuerst (1877), daß es sich hierbei einzig um eine Unvollkommenheit resp. Wortarmuth der älteren Sprachen, aber nicht um eine Unvollkommenheit des Auges handele, sofern dem Naturzustande näherstehende Völker stets nur Worte zur Bezeichnung derjenigen Farben hätten, die sie zu färben verstünden, weshalb besondere Ausdrücke für die Zwischenfarben, wie Lila, Violett und Pensée erst in ganz modernen Zeiten in Gebrauch gekommen seien, nachdem man diese Nüancen sicher in der Küpe zu treffen lernte. Gereiste Ethnologen, wie z. B. Hartmann in Berlin, und der Amerikaner Grant Allen — der sich deshalb mit zahlreichen Reisenden und Missionären in Verbindung gesetzt hatte — haben seitdem meine Darlegungen im vollen Umfange bestätigt, und die Geiger'sche Phantasie ist damit wohl als begraben zu betrachten. Die Sache hat für das Verständniß der Bereicherung des Sprachschatzes ein bedeutendes Interesse, denn ebenso wie die drei letztgenannten jüngern Farbworte von konkreten Gegenständen (Fliederblumen, Veilchen und Stiefmütterchen) abgeleitet sind, so waren es auch die ältesten Farbworte, an deren Spitze Roth (erythros, rutilus) steht, welches Wort von dem Sanskritworte rudhira Blut stammt. Roth und Gelb sind eben bei Naturvölkern beliebtere Farben, weil sie leuchtender und in der Natur weniger hervortreten, als das ewige Blau des Himmels und der Gewässer, oder das Grün der Wiesen und Wälder. Vor Allem kommt dazu, daß man in der Natur viel häufiger rothe und gelbe Erdfarbstoffe als grüne und blaue vorfand, und deshalb besitzen die meisten Sprachen ältere und feststehende Bezeichnungen für roth und gelb als für blau und grün. Einen ganz ähnlichen Mangel, wie hinsichtlich der Farben, bieten die meisten und selbst die modernen Sprachen dar, wenn es sich um die Bezeichnung der andern Sinnesempfindungen (Töne, Gerüche und Geschmacksverschiedenheiten) handelt. Man bezeichnet die letzteren einfach unter Zusatz des betreffenden duftenden oder schmeckenden Objekts und selbst die allgemeineren Bezeichnungen sind so wenig fixirt, daa man z. B. in verschiedenen Gegenden Süddeutschlands das Wort sauer für sauere und salzige Speisen gebraucht, und eine versalzene Suppe sauer nennt, im Nothfalle einen Unterschied zwischen salzsauer und essigsauer macht.

Ebenso waren offenbar viele Namen erst Individuen- und Artnamen und die Gattungsnamen kamen erst in Folge einer Weiterbildung hinzu, in andern Fällen mag freilich auch der Gattungsnamen, z. B. Baum, vorhergegangen sein. Natürlich werden alle Ursprachen anfangs, wie diejenigen junger Kinder asynthetische gewesen sein, d. h. solche, denen noch jede Art der Flexion, Deklination, Konjugation, Comparation, alle Präpositionen und Konjunktionen völlig fehlten. Dieser Mangel machte aber die Sprachen nicht etwa einfacher, sondern komplicirter. So hat man Sprachen gefunden, die eine Menge Verbalformen für dieselbe Thätigkeit hatten, wenn sie sich auf verschiedene Gegenstände bezog, z. B. besondere Wörter für Thiere zerschneiden,

Holz schneiden, Köpfe abschneiden, Kleider zerschneiden u. s. w. Ebenso hatte man oft besondere Worte für die in der ausgebildeten Sprache so leicht bezeichneten zusammengesetzten Redeformen, wie: ich sage, ich sage es ihm, ich sage es ihm nicht, du sagst es u. s. w. So brachte die Ausbildung der Syntax eine Vereinfachung der Sprache mit sich, die gegenüber dem wachsenden Wortschatz zuerst sehr nöthig war. In der Vermehrung des Wortschatzes ist der Sprachgenius noch immer und allerorten thätig, und es ist wohl zu denken, wie in den ältesten Zeiten gewiß specielle Personen, namentlich Häuptlinge und Priester tonangebend für den Gebrauch bestimmter neuer Worte gewesen sind, da ja hier der Willkür ein ungeheurer Spielraum offen lag. Kein Name und Denkmal nennt die Personen, welche den wichtigen Fortschritt der formalen Gliederung der Sprache bei den verschiedenen Völkern eingeführt haben! So viele Aehnlichkeit im Uebrigen hierbei auch die Gleichheit des Bedürfnisses errungen hat, so große Verschiedenheit zeigt doch die praktische Ausführung, denn für die praktischen Bedürfnisse genügt auch die unvollkommenste Sprache, und oft mag ihre Verfeinerung nur aus idealen Bedürfnissen hervorgegangen sein.

Im Uebrigen ist es eine wohlbegründete Ansicht der hervorragendsten Sprachforscher, wie Bleek, Schleicher, Geiger, Max Müller u. A., daß sich durch die Sprachversuche des Urmenschen erst die Begriffe eines Unterschiedes zwischen Thätigkeit, That und Thäter u. s. w. hervorgebildet haben, und daß in demselben Schrittmaße, wie seine Sprache sich gegliedert hat, auch der Verstand, das Unterscheidungsvermögen des Urmenschen, entwickelt worden seien. Es ist zwar offenbar zu weit gegangen, wenn einige Sprachforscher behaupten, daß ohne Sprachvermögen ein Denken überhaupt unmöglich sei, denn wenn dieses zuträfe, dann müßte der Verstand der Chinesen und Turaner so unvollkommen sein wie ihre Grammatik, aber die allgemeine Richtigkeit des ersteren Satzes haben alle Menschen eingesehen, welche die Erlernung einer grammatikalisch sehr ausgebildeten fremden Sprache als wichtig für die Entwicklung eines selbstständigen Denkens bezeichnen und das thuen fast alle Pädagogen. Die Sprache hat in ihrer langsamen Entwicklung den Menschen erst zum Menschen gemacht.

Noch heute können wir in der Sprachentwickelung eines jeden Kindes jenen bedeutsamen Schritt verfolgen, welchen man oft nicht ganz richtig als die Entwicklung des Selbstbewußtseins von der Persönlichkeit bezeichnet. Das Kind sagt ebensowenig wie der sehr niedrig stehende Wilde: ich will trinken oder ich trinke, sondern seinen Namen nennend z. B. Karl trinken. Es würde auch, wenn es nicht schon anders bedeutet wäre, die Milch, also den Trank: trinken nennen. Das ist gewissermaßen die Parallele zu der Entwicklung des Menschen aus einer Zelle, aus dem Kiementhier zur denkenden Persönlichkeit. Es sind keineswegs alle Sprachen grammatisch gleich vollkommen ausgebildet, aber aus ihrer Stufe werden wir bedeutsame Rückschlüsse machen können, und die

grammatisch sehr einfache chinesische Sprache wird uns ebenso sicher anzeigen, daß dieses Volk früh in seiner Entwicklung abgeschlossen geblieben ist, wie die ungewöhnliche grammatikalische Vollendung der australischen Sprachen deutlich auf ein Zurücksinken der Eingeborenen in ihren Culturzuständen hindeutet. Die Sprachen aller Culturvölker verrathen in einem besondern Umstande einen poetischen Zug, der den Sprachen der Naturvölker meistens mangelt, nämlich darin, daß sie den meisten Dingen ein bestimmtes Geschlecht zugewiesen haben. Mythologische und andere Vorstellungen sind dabei maßgebend gewesen, ob die Sonne als Mann und der Mond als Frau, wie in den alten klassischen Sprachen, oder umgekehrt, wie bei uns aufgefaßt worden sind. Damit hat sich das Gedankenleben der Völker vielfach in der Sprache ausgeprägt und so den nahen Zusammenhang dargelegt. Wir finden es sinnig, daß der Muth männlich und die Liebe weiblich, der Hund männlich und die Katze weiblich, der Dorn männlich und die Distel weiblich gebraucht werden, obwohl in diesen Dingen überall die Freiheit der Sprach-Entwicklung hervortritt. Nur der praktische Sinn der Engländer hat diese und andre entbehrliche Verzierungen der Sprache über Bord geworfen und fragt verwundert (wie Bleek sagt): „warum im Deutschen die Flasche anscheinend eine Dame sei oder der Tisch ein Herr?"

Diese gemeinsame Ausbildung von Sprache und Vernunft, welche bedingt, daß noch heute bis zu einem gewissen Grade logisch denken und richtig sprechen Hand in Hand gehen, konnte selbstverständlich nur eintreten, wenn die Vorbedingungen nicht allein wie beim Vogel in der Kehle, sondern auch im Denkorgan, wie beim Urmenschen gegeben waren. Es ist ein Unterschied wie zwischen einem anstelligen Menschen und seinem geistesträgen Bruder: der Eine lernt Alles spielend und von selber, der Andre selbst in der Schule und bei aller Nachhilfe Nichts. Allein die Sprache, wie sie körperliche Anlagen voraussetzte, wirkte auch auf den Körper zurück, sie veranlaßte im Gehirn das Wachsthum eines neuen Organes, welches den Affen und den sprachlosen Urmenschen noch fehlte und welches man mit einem gewissen Rechte zur anatomischen Trennung von Mensch und Affen benützen könnte. Die Untersuchungen der neuesten Zeit, namentlich die genialen Forschungen von Hitzig und Fritsch haben bewiesen, daß die Gehirnwindungen der verschiedensten Säuger, der Affen und des Menschen in gewisser Beziehung gleichwerthig sind, daß von denselben Orten im Gehirne des Menschen, Affen oder Kaninchen die Bewegungen der Hände, Beine oder der Mundtheile durch entsprechende Reize hervorgerufen werden. Ein ähnliches Centralorgan ist nun im Verlaufe der geschichtlichen Entwicklung im Menschenhirn für die Artikulation der Sprache herangebildet worden und dieses Organ fehlt auch den höchsten Thieren.

Es giebt eine eigenthümliche, sehr vielgestaltige Krankheit, die Aphasie, deren verschiedene Formen sich dadurch auszeichnen, daß bei völlig ungetrübtem Verstande das Sprachvermögen in der einen oder andern Weise beeinträchtigt

ist. Bald ist der Kranke mit Ausnahme einiger weniger Worte gar nicht im Stande, zu sprechen, bald verwechselt er bestimmte Worte mit der größten Hartnäckigkeit und vermag trotz bessern Wissens die Dinge nicht bei den rechten Namen zu nennen, außer wenn ihm dieselben vorgesprochen werden, ja in einzelnen Fällen hat man beobachtet, daß dieses Unvermögen sich nur auf bestimmte grammatikalische Formen erstreckte. Bereits im Jahre 1825 hat der französische Arzt Bouillaud bemerkt, daß bei allen Personen, die von dieser Krankheit in der einen oder andern Gestalt heimgesucht wurden, eine Zerstörung oder krankhafte Veränderung der Gehirnrinde nach ihrem Tode festgestellt werden konnte und zwar in dem Bereiche der sogenannten sylvischen Grube, welche auf den Seiten der Vorderhirnlappen sich befindet. Man sieht diese krankhafte Veränderung deutlich in der Figur 405.

Fig. 405.
Gehirn eines mit Aphasie verstorbenen Menschen.

Spätere Beobachter haben diese Angaben vollkommen bestätigt und noch genauer eine kleine Erhöhung in dieser Grube, die Reil'sche Insel mit ihrer nächsten Umgebung als den Mittelpunkt des Sprachorgans erkannt, insofern als von hier die Sprechwerkzeuge ihre Anregung erhalten, sei es nun, daß dort geradezu das Sprachzimmer der Seele belegen ist, oder daß, wie es aus den Beobachtungen hervorzugehen scheint, hier die Aufbewahrung der Klangbilder, das Wortgedächtniß heimisch ist. Da nun den Affen ebenso wie den des Sprechens mehr oder weniger unfähigen Kleinköpfen (Mikrocephalen) diese bestimmten Theile der Gehirnwindungen gänzlich fehlen, so ist in der That der Schluß naheliegend, daß die Entwicklung der Sprache den Menschen nicht nur geistig, sondern auch körperlich über das Thier erhob, indem sie ihm ein neues Organ gab. Der Entwicklung der Sprachen haben wir hier nicht weiter zu folgen. Die Sprachforscher haben diese Untersuchung weit über den Anfang der Weltgeschichte hinausgedehnt, sie haben Verwandtschaften gefunden zwischen Völkern, deren Trennung vor alle Geschichte fällt, und haben die gänzliche Stammesverschiedenheit heute unmittelbar nebeneinander wohnender und vermischter Stämme dargethan. Die grammatikalische Vollendung der klassischen Sprachen geht der geschriebenen Geschichte voraus, und Homer, der sonst in nebelgrauer Ferne stehende Dichter, sprach eine ebenso vollendete, ja vielleicht noch mehr vollendete Sprache als heute das gebildetste Culturvolk.

Ein Umstand, der dabei sehr viel zur Vollendung der Sprachen mit beigetragen hat, war die Unentbehrlichkeit poetischer Formen für die schriftlosen Völker. Wie man heute dem Kinde entgegenkommt, welches eine fremde Sprache lernen soll, und ihm Regeln und Ausnahmen in gebundener Form mittheilt, so waren die Lehrer und Leiter der Naturvölker genöthigt, Geschichte, religiöse Anschauungen, Gesetze und Regeln in gebundener Form zu überliefern, um sie dem Gedächtnisse der Jüngern einzuprägen. So hat man auf den Inseln im Süden des stillen Meeres die einzigen Ueberlieferungen dieser Stämme in langen Gedichten aufbewahrt gefunden, die stellenweise nichts sind als Stammbäume, Wegbeschreibungen u. s. w. So erzwang die Nothwendigkeit durch Reim oder gleichmäßigen Tonfall, dem Gedächtnisse schriftloser Völker entgegenzukommen, eine allgemeine poetische Schulung des Volkes und erklärt uns sowohl die hohe Vollendung der alten Volkspoesie, als der Sprache überhaupt.

Die obengenannten Sprachforscher haben übrigens zum Theil gezeigt, wie die Bildung der Spracharten aus einzelnen Urformen ganz nach den Grundsätzen geschehen ist, die Darwin für die Lebewesen aufgestellt hat. Auch hier kann man z. B. bei dem am genauesten untersuchten indogermanischen Stamme verfolgen, wie sich erst, namentlich durch die Wanderungen und Kriege der Stämme, zahlreiche Spielarten bilden, wie sich diese beginnenden Arten nach Ländern, Bodenformationen und Nationenvermischungen weiter entwickeln und befestigen. So die vielen Mundarten des Griechischen, die zahllosen Abkömmlinge der Sprache Rom's. Alle diese Dialekte, das gallische, iberische, wallonische, u. s. w. Latein, stellen anfangs keine Schriftsprache, sondern ein Volkspatois dar, welches dennoch die reine, ausgebildete Muttersprache überlebt. Es kommt ein Sieger, welcher die Muttersprache unterdrückt, aber die früher entstanden Unterarten übersieht, welche sich fortschreitend verunähnlichen, genau wie die Formen der Natur im Kampfe ums Dasein. Diese Wandlungsfähigkeit der Sprachen hat niemals aufgehört; sich immer weiter bildend, gleichen sie darin vollkommen einem lebenden Wesen. Und auch das haben sie mit den Thier- und Pflanzen-Arten gemein, daß wenn die Lebensfähigkeit einmal erloschen ist, keine Macht der Erde sie wieder erwecken kann. Aber auch auf diesem Gebiete zeigt sich, daß man das Jetzt, die lebenden Sprachen, nur dann völlig verstehen lernt, wenn man das Ehemals, die für immer verstummten fossilen Sprachen, Sanskrit, Griechisch, Latein, die Paläontologie der Sprachen, wie sie Adolph Pictet treffend genannt hat, studirt.

XVIII.

Die Anfänge der Kultur.

— — — Die Hände, die Nägel, die Zähne
Waren die ältesten Waffen; auch Knüttel von Bäumen und Steine.
Nachher, als man verstand, die Flamm' und das Feuer zu nützen,
Wurde des Eisens Gewalt und die Macht des Erzes erforschet,
Aber des Erzes Gebrauch ward früher erkannt als des Eisens.
Lucrez V., 1266—1270.

Die griechischen Mythen, welche den Menschen von der Spinne das Weben, von der Schwalbe das Mauern, von den Kranichen die Schrift erlernen lassen, sie alle haben so weit Inhalt, als man zugeben muß, daß der Mensch durch den Umgang und im Kampfe mit der Thierwelt seine erste Geistesbildung empfangen hat. Wenn es nur als Annahme von einiger Wahrscheinlichkeit gelten darf, daß der Mensch durch das Belauschen und Nachahmen der Vogelstimmen in seinen ersten Sprachversuchen gefördert worden ist, so leidet es gar keinen Zweifel, daß seine geselligen Tugenden und alle aus der Geselligkeit entspringenden geistigen Fortschritte ursprünglich dadurch veranlaßt sind, daß er sich eben, wie die Affen und andere Thiere, die vorwiegend Pflanzenkost genießen, zum Schutze gegen Raubthiere mit seines Gleichen vereinigte. Mehr und mehr wurde der feste Boden dadurch zu seinem ständigen Aufenthalte, wenn er auch anfangs noch mit Vorliebe in den sicheren Baumwipfeln, in denen sich ja auch die menschenähnlichen Affen eine Art Lager zurecht machen, übernachtet haben dürfte. Mit dieser Entfernung aus dem Bereiche der Früchte wird sich seine Vorliebe für Fleischkost vermehrt haben. Die menschenähnlichen Affen verzehren wohl gelegentlich eine Eidechse oder ein andres kleines Thier, allein vorwiegend beschränken sie sich auf Pflanzenkost. Man muß sich aber vorstellen, daß das Gleichgewicht in der Nahrungswahl zwischen Fleisch und Obst, welches bei dem Menschen früh eingetreten zu sein scheint, nicht ohne den günstigsten Einfluß auf seine körperliche und geistige Fortentwicklung gewesen sein kann. Das Thier mußte gefangen werden, und zwar, da der Zweifüßer den Vierfüßern es weder an Schnelligkeit, noch an Kraft des Gebisses gleich thun konnte, durch Hilfsmittel, die ihm sein fortgeschrittener Geist an die Hand gab, durch Waffen.

Man hat den Gebrauch von Waffen und Werkzeugen mit großem Unrecht als einen trennenden Unterschied zwischen Mensch und Thier angesehen. Es kann nichts Falscheres geben. Wir wollen nicht von dem Flüssigkeitsstrahl reden, den bereits Schnecken und Fische mit berechneter Genauigkeit auf ihren Feind schleudern, nicht von den Sandkörnchen, welche die Larve des Ameisenlöwen nach ihrem Beutethier wirft, sondern nur von der Vertheidigungsweise der Affen, mit abgebrochenen Zweigen, Früchten, Steinen. Viele Reisenden wurden im Walde von einem gefährlichen Hagel von Wurfgeschossen begrüßt. Andererseits hat man alte Affen, deren Zähne mangelhaft waren, Steine zu Hilfe nehmen sehen, um harte Früchte zu öffnen, und in diesen Fällen haben wir Beides, Waffe und Werkzeug. Der Unterschied beginnt erst darin, daß der Mensch bald lernte, seine Waffen und Werkzeuge praktischer zu gestalten und auszuwählen. Der erste Schritt braucht aber nicht weiter gegangen zu sein, als daß er in dem Feuerstein und manchen Felsarten ein Material erkannte, welches die Eigenschaft hat, in scharfkantige Stücke zu zersplittern. Der Feuersteinsplitter erst roh, dann etwas sorgfältiger behauen, wurde bald das Universalwerkzeug, die Kriegs- und Friedenswaffe des Menschen. Der Mensch wurde ein Jäger.

So klein dieser Schritt in mancher Beziehung sein mag, in anderer gehört er zu den größesten. Denn damit hört der Menschen auf, im Kampfe ums Dasein seinen Körper und seine Gliedmaßen umzuformen, und hier ist der Grund zu suchen, daß der Mensch sich körperlich so außerordentlich wenig von den höhern Affen entfernte, die er geistig so ungeheuer überragt. Fähig geworden, mit den stärkeren Thieren zu ringen, wurde dieser Kampf nunmehr bestimmend für seine Lebensweise und weitere Geistesentwicklung. Wie die Ankunft gewisser Zugthiere den leidenschaftlichen Jäger noch heute aufregt, wie sich das ganze Sinnen desselben um Hirsch und Hase, Rebhuhn und Schnepfe bewegt, so waren es damals Höhlenbär und Rhinoceros, Elen und Riesenhirsch, Pferd und Renthier, Wisent und Urochs, Wildschwein und Mammuth. Die Vögel dagegen waren in ihrem Bereiche noch ziemlich sicher und den Hasen scheint man nirgends geschätzt zu haben. Einen fliehenden Hirsch durch das seichte Asow'sche Meer verfolgend, hätten die Asiaten Europa entdeckt, so berichtet eine uralte Mythe. In der That ist beinahe keine Annahme wahrscheinlicher, als daß sich der Mensch durch die Verfolgung von Thierheerden, die ihm als Jagdthiere werth waren, in das beim Eingange der Quartärzeit so unwirthliche Europa habe locken lassen. Alle die unzähligen Colonisationssagen der Griechen lassen ihre Auswanderer irgend einem Landthiere oder Vogel folgen, und für den jagenden Urmenschen giebt es am Ende keinen natürlicheren Beweggrund. Und ein Wanderthier, das sich nur von der Nothwendigkeit getrieben, seßhaft macht, scheint der Mensch von jeher gewesen zu sein.

Das Europa, in welches der Urmensch aus seiner wärmeren Heimath

einwanderte, war ein von dem heutigen sehr verschiedenes Land. Die Vertheilung von Meer und Land mag zwar damals im Wesentlichen bereits mit der jetzigen übereingestimmt haben, wenn auch vielleicht noch ein beträchtlicher Theil der norddeutschen Tiefebene von Wasser bedeckt war. Allein das Klima war ein wesentlich rauheres, als es jetzt ist, die feuchten Niederschläge waren stärker, und die mittlere Jahrestemperatur niedriger als heute. Wir müssen uns in die Eiszeit oder in die Nähe derselben zurückversetzen. Die europäische Pflanzen- und Thierwelt der damaligen Zeit hatte am meisten Aehnlichkeit mit derjenigen des hohen Norden, während sich einzelne damalige Charakterpflanzen und Thiere, wie z. B. die Steinböcke, Gemsen und Murmelthiere, zwar noch immer in Mitteleuropa vorfinden, aber von der Ebene zu den kühleren Kämmen der Gebirge hinaufgedrängt worden sind.

Eine fremdartige Staffage, wenn wir selbst nur die noch heute lebenden Thiere ins Auge fassen! In Süddeutschland, der Schweiz und dem mittägigen Frankreich Schaaren weidender Renthiere, die im Winter den Schnee aufscharrten, und das isländische Moos suchten, welches jetzt nur noch auf unsern Gebirgen wächst! Ihnen gesellten sich wie heute in Lappland Schaaren von Lemmingen und die gemeinsamen Feinde Beider, die nordischen Fjälfraße und Bären. Der auf Sibirien zurückgedrängte Moschushirsch und der im nördlichen Amerika noch lebende Bisamochs gehörten ebenfalls zu dieser Staffage. Aber die merkwürdigsten Gäste waren ohne Zweifel das wollige Nashorn und das langhaarige Mammuth, welche sich damals im Süden Deutschlands tummelten, und von einem tüchtigen Löwen begleitet waren. Man hätte die beiden Dickhäuter kaum mit dem nordischen Klima zusammenreimen können, wenn nicht in Schneemassen und Eis begrabene und in diesen Eiskellern mit Haut und Haar bis auf unsere Zeit erhaltene Thiere den augenfälligen Beweis geliefert hätten, daß sie entschiedene Kältethiere waren, und zu diesem Zwecke ihren bei Dickhäutern ungewöhnlichen Wollpelz trugen. Was den Löwen betrifft, so haben die Beobachtungen neuerer Reisenden dargethan, daß die großen Raubkatzen überhaupt viel weniger tropische Thiere sind, als man angenommen hat, daß sie ihre Streifzüge auch im harten Winter nach Sibirien ausdehnen. Ganz dasselbe in Bezug auf die klimatische Veränderung lehren auch die Vogelüberreste der damaligen Zeit, in welcher der Schwan und die Wildgans statt im hohen Norden, bei uns nisteten, und der früher mehrerwähnte flügellose Alk an allen Küsten des baltischen Meeres häufig vorkam.

In diesem nach unserm Gefühle wenig verlockenden Lande erblicken wir vor vielen Jahrtausenden die Spuren des Menschen. Wir sehen ihn in den Kalksteinhöhlen am Fuße der Gebirge und der Thalwandungen vor den Unbilden des Wetters Schutz suchen, und vielleicht mit wilden Thieren, die diese Wohnungen für sich ausgesucht hatten, um den Besitz ringen; wir sehen, wie er sich dem gewaltigen Höhlenbären entgegenstellt, obschon dieser im Kampfe

auf den Hinterbeinen stehend gedacht, wohl die doppelte Höhe des kleinen Angreifers erreichte. Wir denken ihn uns an den Ufern deutscher und französischer Flüsse den Renthierheerden auflauernd, wie sich die Tungusen und Jakuten heute an den Zuflüssen der Lena und Colyma aufstellen; wir vermuthen ihn wie diese bei der Eisfischerei und erklären uns so die Mengen der Steinwaffen, die man an einzelnen Stellen der Flußbecken aus jenen Zeiten gefunden hat. Wie die Lappen den Schwan an seinen Brüteſtätten überraschen und in Massen mit dem Knüttel erschlagen, so wird es dem Schwane damals bei uns ergangen, und dieselbe leichte Jagd wird der Jugend am Seestrande den Alken gegenüber zugefallen sein. Gegen den großen Höhlenlöwen und die riesenhaften Dickhäuter wird sich der Einzelne nicht leicht gewagt haben, aber auch sie wurden vom Menschen erlegt, und man hat Steinwaffen sogar einigemale zum untrüglichen Zeichen in den Knochen dieser längst völlig ausgestorbenen Thiere haften sehen. Die Erlegung eines Löwen und des grimmen Nashorn waren damals noch ganz andre Heldenthaten als heute, und der Höhlenbär scheint ein ganz gewöhnliches Opfer der kühnen Vorzeitjäger gewesen zu sein. Uebrigens lassen Spuren, deren Bedeutung ich anderwärts ausführlich dargelegt habe, darauf schließen, daß sich der europäische Urmensch gerade so der Giftwaffen, d. h. vergifteter Pfeile und Speere, bedient hat, wie der Indianer am Amazonenstrom und Orinoko: noch Odysseus wird von Homer geschildert, wie er in die Ferne segelt:

> Menschentödtende Gifte zu holen, damit er die Spitzen
> Seiner gefiederten Pfeile vergiftete . . . . .

Aus einem wärmeren Lande kommend, war ohne Zweifel warme Kleidung eins der nächsten Bedürfnisse des europäischen Urmenschen und wir können uns ausmalen, mit welcher Freude er dem erlegten Bären das warme zottige Fell ausgezogen, um sich selbst dahinein zu hüllen. Kleider dieser Art haben sich natürlich nicht erhalten, wohl aber sind in großer Zahl die Werkzeuge gefunden worden, mit denen er sich diese Kleidung anfertigte. Mit Hülfe jenes Universal-Werkzeuges, des messerartigen Feuersteinsplitters, fertigte er aus harten Knochen, namentlich aus dem Geweih des Renthiers, einen Schaber, mit welchem die Häute zubereitet werden konnten, Pfriemen und Nadel, um sie zu durchstechen und mit Renthierdarmsaiten zusammen zu nähen. Man sieht, das Ren war, was es jetzt dem Lappen, Finländer und Eskimo ist, der werthvollste Besitz des europäischen Urbewohners, den man deshalb mit Recht den Renthiermenschen genannt hat.

Lange bevor die Steinwaffen diejenige Vollendung erreichten, die sie im Laufe der Jahrtausende erreichen konnten, lieferten Gehörn und Knochen des Renthiers das werthvollste Werkzeug-Material. Aus ihnen fertigte man Lanzenspitzen und Harpunen, Griffe für Steinmeißel, Steinhämmer und Aexte. Die letzteren scheinen in der ältesten Steinzeit nicht selten durch handlich

zurechtgeschlagene Unterkiefer des Höhlenbären ersetzt worden zu sein, und an gar manchen Splittern der Vorwelt erblickt man die Zahneindrücke dieser Bärenkiefer, die auch eine schlimme Handwaffe gebildet haben werden, ebensogut wie Simson's berühmter Eselskinnbacken.

Wenn unter den Menschen der Renthierzeit irgend eine Arbeitstheilung stattgefunden hat, so wird sie zuerst, abgesehen von der Verfertigung der Kleidungsstücke, die ohne Zweifel den Frauen zufiel, darin bestanden haben, daß die, sei es wegen natürlicher Gebrechen, allgemeiner Schwäche oder Alter zur Jagd unfähigen Personen, die Anfertigung der Stein- und Gehörnwaffen und Werkzeuge für die Uebrigen übernahmen. Dies konnte natürlich nur der Vollkommenheit der Waffen zu Gute kommen. Aus dem steinernen Universal-Schneidewerkzeug gingen nun für die besondern Arbeitszwecke Messer, Meißel, Schabeklingen, Steinbohrer, Säge und Beil hervor; dem Schleuderstein gesellte sich die Lanzen- und Pfeilspitze aus Feuerstein und endlich die Streitaxt. Tausende und Abertausende dieser rohen und doch wieder von einer großen Geschicklichkeit zeugenden Steinwerkzeuge und Waffen sind aus dem Schutte der Höhlen, den Kieslagern alter Flußbetten und Grabstätten ans Licht gebracht worden; ja sie liegen über den größten Theil der heute bewohnten Länder zerstreut, selbst im alten Assyrien und Aegypten als Zeugen einer Kulturstufe, die älter ist, als Pyramiden und Thurm von Babel. Die zu höheren Kulturstufen fortgeschrittenen Menschen hatten überall den ursprünglichen Gebrauch dieser Steinwaffen und Werkzeuge vergessen, man hielt sie für auf die Erde gefallene Geschosse der Götter, für die Streitäxte Indra's, die Donnerkeile Jupiters, den Hammer Thors oder die Pfeile der Elfen. Schon in den ältesten Zeiten faßte man sie in Gold und trug sie, mit geheimnißvollen Zeichen verziert, als Amulette; man legte sie im alten Aegypten den Todten als Talismane mit in's Grab, und grub sie zu gleichem Zwecke im alten Assyrien unter die Schwelle der Paläste. Als die Mythologie erschüttert wurde, begann man die Steinwaffen bei uns als „Naturspiele" zu betrachten, und der Professor Woodward, der im vorigen Jahrhundert an die ähnlichen Waffen der amerikanischen und australischen Naturvölker erinnerte, und auf einen ähnlichen wilden Urzustand der Menschen in Europa schloß, wurde kaum angehört. So ging es in unserm Jahrhundert fort. Seit dem Jahre 1826 gruben de Christol und Tournal in Südfrankreich, seit 1829 Schmerling in Belgien Menschenknochen in Gesellschaft von Steinwaffen (Fig. 406—408) und von Knochen vorweltlicher Thiere hervor, und seit 1836 begannen die Nachforschungen und Funde von Boucher de Perthes im Diluvialschutt und Gerölle des Sommethales bei Amiens und Abbeville, die eine Menge zweifelloser roher Steinwaffen (Fig. 408) ans Licht brachten. Aber die daraus von diesen Forschern vor mehr als fünfzig Jahren gezogenen Schlüsse, daß es einen vorgeschichtlichen Menschen gegeben habe, der um manches Jahrtausend älter sei, als die Welt nach der üblichen Chronologie sein soll, verhallten spurlos, bis nach dem Auftreten Darwin's

Lyell den Muth gewann, sein Buch über das Alter des Menschengeschlechts zu schreiben und damit eine vorurtheilsfreiere Betrachtung der Menschengeschichte einleitete.

In Europa wie in Amerika und Afrika hat man seitdem zu oft wiederholten Malen auch die Werkstätten oder -Plätze jener vorgeschichtlichen Arbeiter

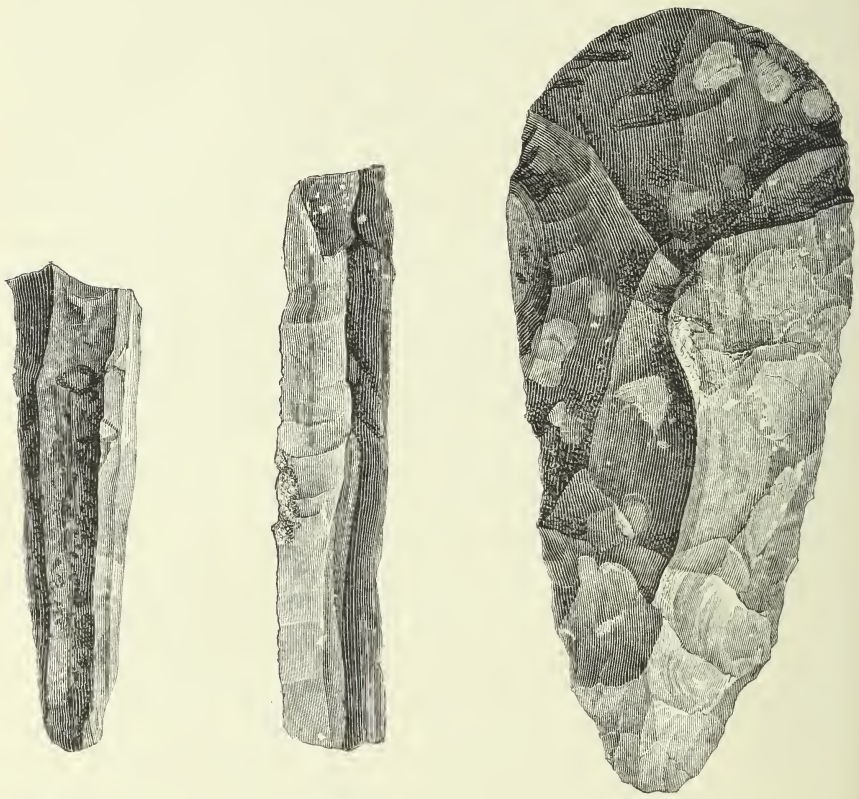


Fig 406. Fig. 407. Fig. 408.

Fig. 406 und 407. Kieselsteinmesser und Schaber aus den Höhlen im Périgord. Natürliche Größe.
Fig. 408. Kieselsteinaxt aus dem Sommethal. Natürliche Größe.

aufgefunden, die dem Menschen seinen damals fast alleinigen, jedenfalls seinen werthvollsten Besitz lieferten. Sie sind bezeichnet durch die Unzahl rings umher angehäufter Feuersteinsplitter und Abfallspähne. Auch hat man mehrfach die Schleifsteine aufgefunden, auf denen die Spitzen und Schneiden der Knochenwerkzeuge scharf geschliffen wurden. Ein Abschleifen und Poliren der Steingeräthe und Waffen gehörte in allgemeinerer Anwendung erst den spätesten Epochen des Steinalters an, die man auch als die neolithische Zeit bezeichnet, aber weder gegen die paläolithische, noch gegen die Metallzeit

sicher abgrenzen kann. So wurden und werden noch heute einzelne Werkzeuge von bleibendem Gebrauch oder Schmuckwaffen, wie z. B. Steinäxte, Tomahawsk u. dergl. sauber geschliffen und polirt, während Waffen, die leicht verloren gehen oder zerbrechen, z. B. Pfeil- und Lanzenspitzen, beinahe stets nur roh zurechtgeschlagen wurden. (Fig. 409.) Nicht selten wurde dann auch edleres Gestein zu den sauber zurechtgeschliffenen Waffen verwendet, die

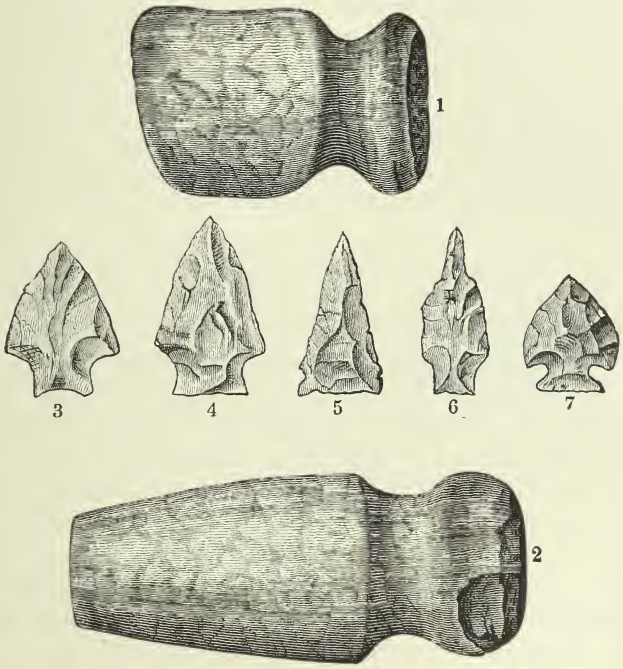


Fig. 409.
Indianische Steinwerkzeuge aus dem Muschelbette von Keyport.
1 u. 2 Tomahawsk. 3—7 Pfeil- und Lanzenspitzen.

wahrscheinlich als Abzeichen der Häuptlingswürde u. dergl. dienten. Im politischen und religiösen Ceremoniell hielten sich dieselben dann noch weit in die historischen Zeiten hinein, und eine Steinaxt diente als Jupiter lapis, gewissermaßen als Stellvertreter des Donnerkeile schleudernden Zeus, der den Eidbruch rächt, um darauf die heiligsten Schwüre abzulegen. Diese alten Steinäxte sind zum Theil so scharf wie Stahlwaffen. Aber fast noch erstaunlicher als diese vollendeten Leistungen einer höheren Kultur ist die bei entsprechenden Meistern unter den Wilden Amerikas und der Südsee fortdauernde Geschicklichkeit, aus dem Feuerstein oder ähnlichem Rohmaterial mit wenigen Schlägen das gewünschte Werzeug herzustellen.

Jene Steinkünstler der Vorzeit mußten gleichsam von selbst und einzig durch ihre Beschäftigung zur Entdeckung der Feuer-Erzeugung geleitet werden. Die Funken, welche beim Zersplittern der Steine abstoben, die Wärme, die sich beim Schleifen oder beim Durchbohren des Holzes entwickelte, führte fast nothwendig zu dieser gewiß an vielen Orten selbstständig gemachten Entdeckung, von der man sagen möchte, daß mit ihr erst die Kultur beginnt. Die Urbewohner Europa's brachten die Kunst der Feuer-Erzeugung wahrscheinlich bereits von ihren asiatischen Ursitzen mit sich. Sie gehörten also nicht mehr zu jenen ganz rohen Naturmenschen, von denen Lucrez (V. 939 ff.) dichtet:

> Noch verstanden sie nicht zu behandeln die Dinge mit Feuer,
> Nicht der Felle Gebrauch, noch in Raub sich zu kleiden der Thiere;
> Sondern bewohnten die Büsche, die Wälder und Höhlen der Berge:
> Bargen unter Gesträuch die schmutzigen Glieder, gezwungen
> Sich vor Regen und Wuth der stürmenden Winde zu schützen.

Kohlen und Aschentheile finden sich bereits unter den ältesten aus Steinwaffen und Knochen bestehenden Resten des europäischen Urmenschen. Also damals bereits besaß der Mensch das Geschenk des Prometheus; schon damals war die zwischen den Baumwipfeln aufsteigende blaue Rauchsäule das Zeichen menschlicher Ansiedlungen. Das bezeichnet bereits einen solchen Kulturfortschritt, daß wir diesen europäischen Urmenschen bei aller seiner Rohheit als einen durch die Schule von Jahrtausenden gereiften betrachten müssen. Zu dem Gebrauche von Steinwaffen und Werkzeugen erheben sich, wie wir gesehen haben, unter Umständen wohl auch die Affen, aber der Umgang mit dem gefährlichen Elemente des Feuers setzt eine ganz andere Geistesbildung voraus. Man erzählt, daß die Affen des Nachts zu den verlassenen Feuerplätzen der Menschen kommen, um sich zu wärmen, aber natürlich nie einen Versuch machen, den Brand zu unterhalten. Uebrigens erzählten alte Geographen und auch neuere Reisende, daß es noch in geschichtlicher Zeit feuerlose Völker gegeben habe. Die Bewohner der Fakaafo-Insel sollen heftig erschrocken sein, als ihnen Capitän Wilkes das erste Feuer zeigte, und von den Bewohnern der Philippinen erzählt Gobien, daß sie das Feuer für ein lebendiges Thier angesehen hätten, welches das Holz verzehre, und welches beiße, wenn man ihm zu nahe komme. Einige Naturvölker, wie die Australier und Tasmanier, die auch sonst in ihrer Kultur sehr zurückgekommen erscheinen, hatten die Kunst des Feuer-Anmachens verlernt, und erhielten in allen Gemeinden ewige Feuer, mit welchem sie einander aushalfen, wenn es hier oder da durch Zufall erloschen war. Die Sitte, ewige Feuer zu unterhalten, dürfte in der Urzeit eine sehr allgemeine gewesen sein, und noch in später historischer Zeit gedachten die Völker der Größe dieses Kulturfortschrittes und priesen einen Gott oder göttlichen Menschen als den gütigen Geber der unschätzbaren Gabe.

Und wahrlich, man hatte Recht mit diesem Preisen der Feuer-Erfindung. Denn wie zufällig und mechanisch diese Erfindung auch gemacht worden sein mag, sie steht, wenn man ihre Folgen überblickt, nichts desto weniger als die Urmutter und folgenreichste aller Erfindungen da, und in dem „ersten Ingenieur" steckte der Ahn alles ferneren Fortschritts in Gesittung, Künsten und Gewerben. Denn nicht allein die Physik und Chemie, die Metallurgie und die Schmiedekunst, die Kochkunst und die Töpferei haben auf ihn als ihren Urvater zurückzublicken, sondern auch die Religion und die Philosophie, welche, wie Caspari gezeigt hat, durch den glühenden Funken im Menschengeiste erweckt wurden. Feuerzauberer waren die ersten Priester; in der Verehrung des Feuers bestand eine der ältesten und verbreitetsten Cultusformen. Mit bewunderungswürdigem Spürsinn wurde die Kunst der Feuer-Erzeugung von den verschiedensten Naturvölkern vervollkommnet. Nachdem sie überall bald die geeignetsten und schnell wirkendsten Hölzer ausfindig gemacht, um den Feuerquell zu erbohren, haben sie schließlich sinnreiche Maschinen ersonnen, die mindestens ebenso schnell Feuer gaben, als Stahl und Stein, das Feuerzeug unserer Ahnen. An die Stelle eines einfachen, zugespitzten Holzes, welches man in einer Holzrinne, durch Sand die Reibung vermehrend, schnell hin- und herführte, oder quirlartig in einem Loche mit den Händen umwirbelte, setzten schon die alten Inder einen durch das Hin- und Herziehen einer herumgewickelten Schnur bewegten Quirl, wie ihn noch heute die Eskimo anwenden (Fig. 410). Zu diesem Zwecke erhielt das Quirlholz auch eine obere Stützplatte, in Gestalt eines mit der Hand oder dem Munde festgehaltenen Zapfenlagers, um dem Quirlholz bei dem heftigen Hin- und Herziehen der Schnur den nöthigen Halt zu gewähren. Solche im Mittelpunkte mit einer Aushöhlung versehene, viereckige oder kreisrunde Steinplatten, — die Arani's der alten Inder, — hat man unter andern in den menschlichen Höhlenwohnungen aus der Steinzeit im Perigord gefunden, und ihre Beschaffenheit ist derartig, daß Lartet und Christol sie alsbald als Bestandtheile des ältesten Feuerzeuges erkannten. Mehrere Indianerstämme Nordamerika's wendeten noch zweckentsprechender die um den Quirl gelegte Schlinge einer Bogensehne an, um durch eine geeignete, nur eine Hand erfordernde Bewegung den Quirl in

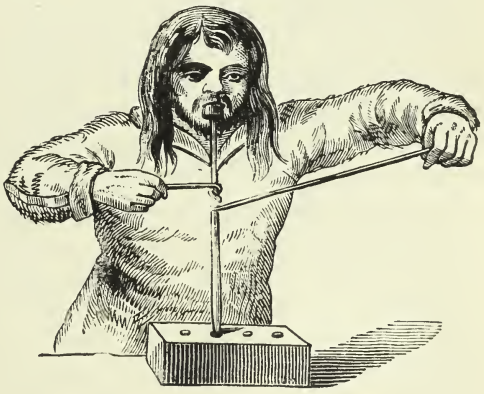


Fig. 410.
Eskimo, mit Hilfe eines Riemenbohrers Feuer machend.

schnellste Drehung zu versetzen. Die Irokesen endlich wenden seit undenklichen Zeiten eine wirklich geistvoll construirte Feuerpumpe an, die gleichzeitig ein ausgezeichnetes Werkzeug ist, um Löcher in Stein, Holz und Metall zu bohren, wobei eine Art Schwungrad den Effekt beschleunigt.

Es kann das Gefühl eines jeden Menschen wohl nur angenehm berühren, zu sehen, wie Poesie und Mythus aller Völker die Größe dieser That erkannt haben, und überall einen ersten Spender des Cultur-Elementes als göttliches Wesen verehren. Zu unserer besonderen Genugthuung gereicht es, dabei zu sehen, daß die poetisch vollkommenste Bearbeitung dieses Stoffes, die Prometheussage, in den Urzuständen unseres Stammes ihre Wurzeln hat. Wie Adalbert Kuhn zuerst klar dargelegt hat, ist die Prometheusdichtung ein indogermanischer Mythus, der so zu sagen direkt, wie der leuchtende Funke selber, dem eben erwähnten Feuerquirl entsprungen ist. Pramatha oder Pramathyu wurde nämlich bereits der indische Wohlthäter Agni (ignis) genannt, der das Feuer dem ersten Menschen (Manu) mitgetheilt hatte. Dieser Name entstammt der uralten Sanskritbenennung des Feuerquirls, pramantha, mit dessen Hilfe die indischen Brahmanen noch heute, wie zu den Zeiten der Veden, das heilige Feuer entzünden. Die Wurzel manth, welche wir in der Sprache unserer Wäscherinnen noch in den Bezeichnungen „Mangeln", „Mangelholz" (Rolle) wiederfinden, bedeutet nämlich ursprünglich quirlen, buttern, bohren, und die Vorsilbe pra verstärkt die Bedeutung zu einem gewaltsamen Hervorquirlen, Herausbohren des Feuers, wonach die Urform des Prometheusnamens, das indische Pramatha, die Nebenbedeutung der gewaltsamen Aneignung, des Raubes gewann. Pramatha oder Agni raubte das Feuer aus dem dunklen Versteck, um es dem ersten Menschen, den er dadurch zum Menschen schuf, mitzutheilen. Durch eine tiefsinnige Betrachtung wird die Feuerbohrung zum Sinnbild der Lebenszeugung und Prometheus zum Menschenschöpfer. Und wie dem griechischen Prometheus in dem ersten Menschen Phoroneus, nach griechisch-germanischer Sage ein Sohn zweier Hölzer (Ask und Embla: Esche und Erle), ein Gegenbild erwuchs, so führte auch der indische Agni neben Pramatha einen zweiten, dem Phoroneus entsprechenden Namen, Buranyu, der Schnelleifrige, und es knüpfte sich daran schon in Indien der Mythus von der Empörung der Titanen und Phlegier.

Zum Andenken an die Wohlthat der Feuerbringung wurde beinahe bei allen Naturvölkern an geweihter Stätte ein ewiges Feuer unterhalten, dessen alljährliche Erneuerung in Griechenland und Rom, in Altgermanien und Ostindien, in Mexico und Peru durch Quirlen zweier Hölzer bewirkt wurde, ohne Zweifel zum Andenken an jene ehrwürdige älteste Form der Erzeugung des wohlthätigen Elementes (Fig. 411). Nirgends kann dieser Dienst des Kultur-Elementes eine tiefsinnigere und ergreifendere Form erhalten haben, als bei unsern eigenen Vorfahren, den ältesten arischen Stämmen, die das Feuer als den freundlichen Boten der Götter verehrten, der mit rothem Gewande

und goldenem Haar zu den Hütten der Armen herabsteigt, und sie mit seinem Strahlenantlitz erleuchtet; gleich den übrigen Naturvölkern lockten sie den Funken nicht aus dem Kieselsteine, sondern durch das Reiben und Bohren zweier trockener Hölzer hervor. In dicken Tropfen rinnt der Schweiß bei der anstrengenden Ceremonie von der Stirne, aber der Gott zögert, zu erscheinen, obwohl man beständig Hymnen zu seinem Preise singt: „Preiset das große Geheimniß des ruhmreichen Agni, bringet neue Lieder und Opfer, Freunde, dem ruhmreichen Agni!“ Obwohl außer Athem, verdoppeln sie ihre Anstrengungen, bis der Gott ihre Bitten erhört, als unscheinbarer Funken auf das Lager trockner Gräser springt, und das strahlende Auge öffnet. Doch ist er noch schwach, man sucht ihn mit Hauchen zu nähren, man ruft die Winde zu Hilfe, man füttert ihn mit zarten Zweigen und flüssiger Butter, und das göttliche Kind erstarkt. Es öffnet auf dem Lager der Reiser seine tausend Augen, um das Haupt der Familie, welches sich tief vor ihm neigt, und die andern Anbetenden zu schauen. Man nennt Agni den Freund des Hauses, den Gast, der in der Abenddämmerung einkehrt und im Hause des braven Mannes übernachtet. „Er liebt uns, als ob er von unserem Stamme wäre, denn er ist derselbe, den unsre Väter bereits geschaut, der Alle kennt, die hier sind und nicht hier sind.“ Man feiert die Wiedergeburt des Unsterblichen aus der halb erloschenen Asche mit derselben Verehrung. Der junge Held gilt als der Feind der Finsterniß, die er mit weithin treffendem Pfeile verjagt. „Er erhebt seine Flagge in der Ferne, um den zurechtzuweisen, der in der Finsterniß ist.“ Verscheuche, tödte diese bösen Geister, welche sich in der Gestalt der Fledermaus und Nachteule, des Hundes, Wolfs und Geiers verbergen!“ Agni, dessen Name im lateinischen ignis fortlebte, ist auch der Gott des Lichtes, das Symbol der alle Morgen wiederkehrenden Sonne, die das Weltall erleuchtet und überall hinblickt, des vornehmsten Gegenstandes allgemeiner Verehrung in der gesammten Vorwelt. „Oh du unser Sohn, bist würdig unserer Hymnen! Herr der Kraft, stärke uns! König gieb uns den Sieg!“ in diesen Gesängen der Schäfer des Himalaya zum Preise Agni's, wie wir sie im ersten Buche der Rigveda finden, deren erste Abfassung wir schon nach der eben erhaltenen Andeutung, daß damals der Hund noch nicht gezähmt war, vielleicht Jahrtausende vor Homer setzen müssen, sehen wir auch den Gedanken des Opfers sich entwickeln, wir sehen einen Gott das ihm dargebotene Fett verzehren, und den gespendeten

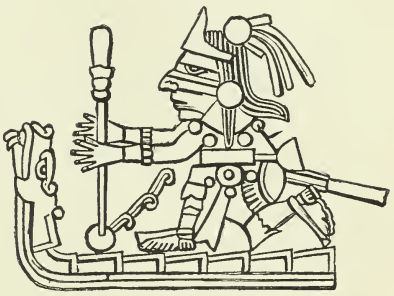


Fig. 411.
Ein alter Mexikaner, der mit dem Feuerbohrer Feuer anzündet. Nach einem alten von Tylor mitgetheilten Bildwerk.

Trank ziſchend hinunterſchlürfen, mit dem Rauche ſteigt er zum Himmel und ladet die übrigen Götter ein, mit herabzuſteigen in die Hütte des Frommen. „Agni, Gott mit dem goldenen Barte, trage unſre Opfer in die heiligen Höhen! Friede ſei zwiſchen uns und den Göttern!“ So wird das Feueropfer zur Vermittlung zwiſchen Himmel und Erde und hat ſich von da durch das Griechen- und Römerthum bis auf den heutigen Tag (in den katholiſchen Kirchen) erhalten.

Es liegt etwas unendlich Ergreifendes in dieſem früheſten Kultus des Herdes; es iſt als ob wir die Anfänge des Familienlebens ſelbſt berührten. Ja, hören wir den Leſer fragen, hat denn die Familie nicht immer beſtanden? Wenn wir die Zuſtände, in denen die europäiſchen und aſiatiſchen Völker im graueſten Alterthum und in denen die afrikaniſchen, auſtraliſchen und amerikaniſchen Völker noch heute angetroffen werden, als analoge Beiſpiele betrachten dürfen, ſo ſcheint dies nicht der Fall geweſen zu ſein. Nach den Unterſuchungen von Bachofen über das „Mutterrecht“, von Mac Lennan über die Urgeſchichte der Ehe und Morgan's über die Verwandtſchaftsverhältniſſe der wilden Völker ſcheinen die geſchlechtlichen Verhältniſſe des Menſchen urſprünglich vorwiegend diejenige Form angenommen zu haben, welche Plato in ſeinem Buche über die Republik als die Muſterform hinſtellte, und welche die Anhänger des Dogma's der freien Liebe in Nordamerika als die neue, welterlöſende Einrichtung preiſen. Lubbock nennt dieſe dem geläuterten Gefühle ſo ſehr widerſprechende Form die Gemeinſchaftsehe, weil ihr Weſen darin beſtand, daß in jedem kleineren oder größeren Gemeinweſen, Männer, Frauen und Kinder gemeinſam waren.

Ein ſolches Verhältniß beſtand noch bis zur Gegenwart bei einer Anzahl niedrig ſtehender Naturvölker in Indien, auf Ceylon, bei Andamanen, Buſchmännern, auf Tahiti, in Kalifornien und anderwärts. Von den Maſſageten berichten Herodot und Strabo übereinſtimmend, daß ſie die Einzelehe nicht gekannt hätten, in Griechenland ſoll die Gemeinſchaftsehe bis zu den Zeiten des Kekrops, in China bis zur Geſetzgebung des Fo und in Peru bis zur Regierung der Inka's beſtanden haben. Wenn wir uns in jenes Verhältniß hineindenken, ſo ſehen wir zunächſt, daß die Sprößlinge einer ſolchen Geſellſchaftsehe gemeinſam ſein müſſen, und daß ſie nur ihre Mütter, aber nicht ihre Väter kennen. Sie betrachteten ſich ſämmtlich als Geſchwiſter, und hatten weder Baſen noch Vettern, weder Väter noch Oheime, noch Tanten, Neffen und Nichten; alle Männer wurden je nach ihrem Alter als Väter und Großväter von ihnen angeredet.

Mehr oder weniger dieſen primitiven Verhältniſſen entſprechende Verwandtſchaftsſyſteme hat nun Morgan zahlreich auch bei ſolchen Völkern nachweiſen können, die jetzt in ſtrenger Monogamie leben und wo ſie ſich eben nur noch als geiſtige Erbſchaften (Ueberlebſel) einer älteren Zeit verſtehen laſſen, in welcher die Gemeinſchaftsehe beſtanden hat. So nennt der junge

Sandwichs-Insulaner alle Groß- und Urgroßeltern männlichen und weiblichen Geschlechts nebst deren Verwandtschaft (Großonkel u. s. w.) kurz Kupuna, d. h. Ahne, den Vater und sämmtliche Brüder seiner Eltern, sowie deren Schwäger durch die Bank Makua Kana, d. h. Vater, und die entsprechenden weiblichen Verwandten Makua Wahena, d. h. Mutter. Ebenso nennt der Vater seinen Sohn nebst sämmtlichen Neffen und Großneffen brüderlicher und schwesterlicher Seits Kaikee Kana, d. h. Sohn. Diese uns auf das Höchste befremdende Bezeichnungsweise, nach welcher das Kind mehrere Personen als Väter und Mütter zu begrüßen hat, kehrt nach den ausgedehnten Untersuchungen Morgan's in einer stufenweise abgeänderten Gestalt bei zahlreichen, zum Theil weit von einander entfernt wohnenden Völkern wieder, so z. B. bei vielen Indianerstämmen Nordamerikas, bei den Tamulen, Freundschaftsinsulanern und Andern, überall darauf hinweisend, daß der Einzelnehe eine Art Uebergangszustand, in Form einer Sippschaftsehe vorausgegangen ist. Man findet dieselben noch heute bei den Toda's in Indien, bei vielen Rothhautstämmen und sonst, in der Form, daß dem Mann zugleich alle jüngern Schwestern seiner Frau gehören, oder daß die Brüder, ja stellenweise sogar die Oheime ihre Frauen gemeinschaftlich haben.

Noch deutlicher als diese Uebergangszustände zur Einzelnehe, weist auf die weite ehemalige Verbreitung der Gemeinschaftsehe der Umstand hin, daß bei zahlreichen Völkern des Alterthums sowohl als der Gegenwart, das Kind Namen, Vorrechte, Vermögen u. s. w. nicht von väterlicher Seite ererbte und ererbt, was nur in der Einzelnehe möglich ist, sondern nur von mütterlicher, nach dem bei der Gemeinschaftsehe allein durchführbaren Mutterrecht. Mit großer Verwunderung berichtete Plutarch diese unverstandene Sitte von den Xanthiern, Herodot von den Lyciern und Polybius von den Lokrern. Da sich aber umgekehrt Besitzthum und Herrscherrecht meist in den Händen der Männer befinden, so kann nichts schlagender die aus der alten Gemeinschaftsehe hervorgegangenen Vorrechte der Frauen beweisen, als die weite Ausdehnung der Sitte, daß die Besitztitel des Vaters nach seinem Tode nicht auf seinen leiblichen Sohn, sondern auf den Sohn seiner Schwester übergehen. So ist es nach Battel in Loango, nach Quatremère in Nubien, nach Marsden bei den Batta's auf Sumatra und auf vielen Südseeinseln, überall ist der Schwestersohn und nicht das eigene Kind der berechtigte Nachfolger der Häuptlingswürde und Regierung. Nur so, sagten die Congoneger zu dem darüber verwunderten Tuckey, könne man doch mit Sicherheit sagen, daß die Thronfolge immer in der königlichen Familie bleibe, und Sibree erhielt auf Madagaskar dieselbe Antwort: Niemand kenne seinen Vater so sicher, als die Mutter, und nur in der schwesterlichen Linie sei man sicher, stets königliches Geblüt zu treffen. Das Recht, den Bruder seiner Mutter als sicherster Blutsverwandter zu beerben, besitzt in Folge dieser Anschauungen das Kind bei sehr vielen Stämmen in Indien, auf Malabar, in Travancore,

auf der Cook- und Fidschi-Insel, in Guinea, Südafrika, bei vielen Rothhautstämmen u. s. w.

Der Uebergang zur vollendeten Einzelnehe, knüpft nach Lubbock's ziemlich einleuchtender Ansicht, wahrscheinlich an das Eroberungsrecht an, sofern in Staaten, wo die Frauen (z. B. bei den Andamanen) bei Strafe gehalten sind, jeden Stammangehörigen als Gatten anzuerkennen, anfangs stets nur die auf Kriegs- und Raubzügen erbeuteten Frauen eine Ausnahme gemacht haben könnten, eine Ausnahme, die schließlich zur Regel gemacht worden wäre, weil sie dem Manne zugleich eine Sklavin zuführte. Ein solcher Raub konnte natürlicherweise, so lange die Rechte der Gemeinschaft nach dieser Richtung noch aufrecht erhalten wurden, stets nur aus einem fremden Stamme stattfinden, und dies würde dann zugleich die außerordentliche Verbreitung der sogenannten Exogamie oder Fremdenheirath erklären.

Es findet sich nämlich die mit diesem Namen bezeichnete Einrichtung, daß der Mann seine Frau stets einem fremden Stamme abgewinnen muß, grade am meisten bei solchen Völkern, bei denen die Kinder noch Namen und sonstigen Besitz von ihrer Mutter erben, die also nach den obigen Ausführungen wahrscheinlich noch nicht lange über den Urzustand der Gemeinschaftsehe hinausgekommen sind. Mit Erstaunen beobachteten zahlreiche Reisende, daß sich in Nord- und Südamerika, in Ost- und Mittelafrika, in Asien und Australien die meisten Völkerstämme in mehr oder weniger zahlreiche, streng geschiedene Unterstämme theilen, um die unabänderliche Regel, daß Niemand in die Sippschaft seiner Mutter hineinheirathen darf, durchführen zu können. Dagegen darf bei ihnen Jedermann ungehindert seine nächste Verwandte väterlicherseits heirathen, da nach den allgemeinen Regeln der Urehe ein Kind mit seinem Vater nicht blutsverwandt ist, und der letztere mit seinen Verwandten stets zu einem andern Stamme gehört als das Kind, welches dem Stamme der Mutter zugerechnet wird. Bei den meisten nordamerikanischen Indianerstämmen, die ein besonderes Thier zu ihrem Abzeichen und Totem wählen, und sich nach demselben benennen, ist es streng verboten, daß sich zwei junge Leute desselben Totems, also z. B. zwei Schildkröten, vermählen, der Sohn muß nothwendig seine Frau aus einem fremden Stamme wählen, wobei ihm der Stamm seines Vaters unverschlossen ist. Auch die Cirkassier, Ostiaken, Jakuten und Chinesen halten es für unerlaubt, daß sich zwei Personen gleichen Namens verbinden, obwohl bei ihnen das Kind nicht mehr nach der Mutter erbt.

Eine Unterstützung dieser Ansicht, daß die ersten Einzelehen vorwiegend überall Raub- und Eroberungsehen gewesen sein dürften, kann man in der noch viel allgemeiner als die Exogamie, nämlich über den ganzen Erdball verbreiteten Sitte finden, daß die Frau bei allen dem Naturzustande näheren Völkern nicht durch freundliche Werbung gewonnen wird, sondern durch offenbare oder scheinbare Gewalt, wobei sie von den Ihrigen scheinbar oder

ernsthaft vertheidigt, entführt, oder wenigstens symbolisch über die Schwelle gehoben wird. Die Sagen von dem Raube der Proserpina, der Helena, der Sabinerinnen, der Brunhild u. s. w. sind Nachklänge dieser Ursitte. Und andrerseits scheint auch hier und da die Einzelnehe nur mit einer Art von Entschädigung an die dadurch beeinträchtigte Stammesgemeinschaft vor sich gegangen zu sein. Herodot berichtet uns, wie noch bei den Babyloniern jedes Mädchen, ehe es einem Manne angehören durfte, erst im Venustempel die Gesellschaftsrechte anerkennen mußte und dieselbe, in dieser Richtung allerdings sehr verständliche Sitte oder Unsitte bestand noch zu Strabos Zeiten bei den Armeniern, auf Cypern und in Aethiopien. Dulaure sagt, daß sie auch in Karthago und in mehreren Gegenden Griechenlands geherrscht habe und Diodor fand sie auf Malorka und Minorka. Neuere Reisende haben sie in Hindostan, am Ganges und zu Goa, in Peru und bei den Rothhäuten noch in neueren Zeiten angetroffen. Auch die Hochzeitsfeier scheint theilweise einer solchen Ablösung, bei welcher die Gleichberechtigten durch Schmausereien und Gelage entschädigt wurden, entsprungen zu sein.

Die Frau der Einzelnehe, ursprünglich überall nicht viel mehr als eine Sklavin und gekaufte Waare, hatte damals alle Ursache, die „freie" Frau, welche noch die alten Traditionen aufrecht erhielt, die von Niemandem verachtete, vielmehr gefeierte Bajadere der Inder und Hetäre der Griechen um ihre gesellschaftliche Stellung zu beneiden. Noch bei den Griechen war es so und erst bei den Römern errang sie ihre privilegirte Stellung im Hause. Damit verlor sie aber das Vorrecht, dem Kinde ihren Namen zu vererben; das Kind wurde von seinem Vater aufgehoben und anerkannt; es fand eine Adoption der eigenen Kinder statt. Adoptionen sind nun bei allen Naturvölkern mit gewissen Ceremonien verbunden, welche darstellen sollen, daß der Adoptirende das Kind zu seinem eigenen Kinde erhebe. Bei den Griechen und Römern mußte die Frau, die ein Kind adoptiren wollte, eine Scheinentbindung durchmachen, und selbst Juno, als sie das Kind ihres Gatten, den Herkules, adoptiren wollte, mußte, wie Diodor sehr bezeichnend sagt, dieser „Sitte der Barbaren" sich unterziehen. Ebenso muß der Adoptivvater bei den Aethiopern dem Adoptivkinde kurze Zeit die Brust oder den Daumen reichen, damit es einen Augenblick daran sauge.

Mit dieser durch die Einzelnehe herbeigeführten Adoption des Kindes durch seinen eigenen Vater scheint nun die weitverbreitete Sitte des Männerkindbettes (Couvade) im Zusammenhang zu stehen, welche die Reisenden in allen Welttheilen angetroffen haben, und welche vor wenigen Jahrhunderten auch noch auf Corsika, in Nordspanien und Südfrankreich in Gebrauch war. Bei unzähligen Naturvölkern muß sich der Mann, wenn ihm ein Kind geboren wird, welches er anerkennen will, in's Bett legen und sich, meist längere Zeit hindurch, wie eine Wöchnerin behandeln lassen. Der

Schritt, durch welchen der Mann das Kind, welches ursprünglich dem Bruder seiner Frau zugehörte, gewann, scheint mir wichtig genug, um durch eine solche, uns freilich närrisch und vielen Personen unbegreiflich erschienene Ceremonie, deren weite Verbreitung über die alte und neue Welt dadurch begreiflich wird, eingeweiht zu werden. Erst von den Tagen an, in denen der Vater durch diese „Barbarensitte" das Eigenthum seiner Kinder zugleich erwarb und anerkannte, erhielt die Ehe ihre wahre Vollendung. Nachdem die Verbindung des Kindes mit der Mutter schon bei den thierischen Verwandten des Menschen eine überaus innige geworden, wird jenem erst durch die Einzelnehe der Vater gewonnen, und man kann nicht verkennen, daß damit erst die betreffende Entwicklungsrichtung, die Familie sich vollendete. Ihr Mittelpunkt aber wurde die Frau, die ihren Platz am häuslichen Herde nahm, und das im Prytaneum jeder griechischen Stadt brennende, von Frauen bediente, ewige Feuer der Vesta, als Hausschützerin und Städtegründerin, war ein tiefsinniger Erinnerungskultus an die Anfänge des friedlichen Familienlebens. Nicht mehr war nun das Weib die Jagd- und Wandergenossin des Mannes; sie fand den ihr besser gebührenden Platz am häuslichen Herde, dessen Gluth sie anfachte, und an demselben die Nachkommenschaft erzog. Damit begann die Mission des Weibes und man kann vermuthen, daß sie nothwendig geworden war.

Denn die gewonnene Uebermacht über das Thier, das unaufhörliche Kämpfen und Morden, die reichliche Jagd- und Fischereibeute, der Uebergang zu einem vorwiegenden Fleischgenuß, alles das war an sich nicht geeignet, zur Milderung der Sitten beizutragen. Die durch die reichliche Fleischkost und das immerwährende Ringen gewonnenen physischen Kräfte führten zur Gewaltsamkeit, das unaufhörliche Tödten zur Grausamkeit, der Ueberfluß an Beutethieren zur Völlerei. Wir dürfen uns in diesen Jägern und Fischern der Urzeiten keine liebenswerthen Romanfiguren im Sinne Rousseau's vorstellen. Sie neigten, um ihnen mit einem Worte alle Sympathieen des gebildeten Lesers abzuschneiden, in Europa stark zu der von einem kalten Klima begünstigten Unreinlichkeit. Das Geruchsorgan scheint ihr am meisten vernachlässigter Sinn gewesen zu sein, denn sie fanden nichts Anstößiges darin, die Reste ihrer Mahlzeiten in ihren Wohnstätten und unter ihren Füßen schichtweise anzuhäufen. Wir dürfen sie aber um diese noch bei den Eskimo's herrschende Gewohnheit um so weniger tadeln, als sie uns nur dadurch in die Möglichkeit versetzt haben, von ihrer Lebensweise eine entsprechende Vorstellung zu gewinnen.

Wir ersehen aus diesen mit Kohlen, Steinwaffen und Knochenwerkzeugen vermischten Anhäufungen, daß der Geschmackssinn etwas wählerischer ausgebildet worden war, als der Geruchssinn, ja, daß die Urmenschen bis zu einem gewissen Grade Feinschmecker waren. Wir wollen uns zur Begründung dieser Behauptung nicht darauf stützen, daß die längs der Meeresküsten aufgehäuften

sogenannten Küchenmüll-Hügel (Kjökkenmöddinger) außer den Knochen von Vierfüßern, Meeresvögeln und Fischen besonders Austernschaalen in ungeheurer Menge bergen, denn diese Küstenbewohner waren vielleicht die bestversorgten Schlemmer, sondern darauf, daß sie von ihren Jagdthieren nur die besten Stücke in die Höhlen geschleppt, daß sie mit der größten Sorgfalt die Röhrenknochen davon aufgeschlagen haben, um das Mark, welches gewiß als großer Leckerbissen galt, herauszuziehen. Die Auswahl der Stücke und der Umstand, daß selten ein markhaltiger Knochen vorkömmt, der nicht gespalten wäre, erlaubt es nicht, anzunehmen, daß diese Ausbeutung, die später den Hunden zur Erbschaft fiel, aus Oekonomie oder nur in Zeiten des Nahrungsmangels, die allerdings nicht ausgeblieben sein werden, stattgefunden haben. Die Knochen des Bären sind indessen nicht gespalten, sondern nur an den Enden geöffnet, weil sich das Mark nicht wie beim Ren und andern Jagdthieren einfach herausnehmen, sondern nur aussaugen ließ.

Noch schmerzlicher als die Unreinlichkeit ihrer Vorfahren wird diejenigen, welche noch heute von göttlicher Abstammung und goldenen Zeitaltern träumen, eine andere Wahrnehmung berühren, die man beim Aufräumen dieser Mahlzeitreste machen mußte, nämlich die unzweifelhafte Thatsache, daß auch die Urbewohner Europa's sich je zuweilen herabgewürdigt haben, ihres Gleichen zu verzehren, was ihre Vettern, die Affen, niemals thun. In der That, die Röhrenknochen des Menschen finden sich zuweilen angebrannt und aufgespalten unter den übrigen Mahlzeitresten. Auch das war möglicherweise Feinschmeckerei, denn die eingefleischten Kanibalen behaupten, und vielleicht nicht mit Unrecht, daß das Fleisch des Herrn der Schöpfung das wohlschmeckendste sei, was man finden könne. Möglicherweise waren es aber auch nur die erschlagenen Feinde, die sie verzehrten, etwa von dem verbreiteten Wahne entschuldigt, daß sie damit die Kräfte derselben erbten; vielleicht aber sind diese Spuren die Reste von Opfermahlen am Grabe verehrter Personen, oder endlich hatte auch vielleicht hier und da die Anschauung einiger Kanibalenstämme Platz gegriffen, daß das beste Begräbniß im Magen eines Menschen sei, und daß die höchste Pietät gegen die Eltern und alten Leute darin bestehe, sie zu erschlagen und trotz der Zähigkeit ihres Fleisches zu verzehren. Möglicherweise wurden nur beim Begräbniß eines gefallenen obersten Anführers oder Häuptlings die gemachten Sklaven ihm zu Ehren geschlachtet und verzehrt.

An die Opfermahle knüpft sich vielleicht die Erfindung der Kochkunst. Der alte Philosoph Porphyrius traf möglicher Weise das Richtige, indem er sagte, daß der Mensch die Schmackhaftigkeit des gekochten Fleisches erst erkannt habe, nachdem er es der heiligen Flamme als Speise dargeboten hatte. Dieser Fortschritt ist nicht allzuhoch anzuschlagen, denn trockenes, am Spieße gebratenes Fleisch bildet keinen Triumph der Kochkunst. Sehr bald mußte man hierbei finden, daß diejenigen Theile am schmackhaftesten aus-

fielen, die mit dem Feuer nicht in unmittelbare Berührung kamen, und aus dieser Beobachtung entwickelte sich die Bäckerei, die viel älter ist, als die eigentliche Kochkunst. Man begann, Fleisch und vegetabilische Nahrungsmittel in heißer Asche oder zwischen glühend gemachten Steinen gar zu rösten, wobei man es in Thierhäute oder in große Pflanzenblätter einschlug und dadurch auf den Nutzen der Gewürze zum schmackhaft machen des Fleisches geführt wurde. Die Australier, Südsee-Insulaner, Feuerländer und andere amerikanische und afrikanische Stämme kannten, als sie zuerst mit den Europäern in Berührung kamen, noch keine andere Methoden, um die Speisen schmackhafter zu machen, als Braten, Rösten und Backen. Mit Wasser zu kochen, konnte erst erfunden werden, nachdem man Gefäße herzustellen gelernt hatte, die dem Feuer ausgesetzt werden können. Längst hatte man sich Behälter aus Thierhaut, Fruchtkapseln, Holz u. s. w. angefertigt, und man kam zuerst darauf, die glühend gemachten Steine so anzuwenden, daß man sie in das Wasser der Kochgefäße hineinwarf, die eben selbst nicht auf's Feuer gestellt werden konnten. Man warf in die hölzernen Gefäße oder in mit Thierhaut ausgekleideten Erdgruben glühende Steine, bis das darin enthaltene Wasser kochend wurde und das Fleisch oder die vegetabilische Nahrung gar machte. Diese primitive Methode des sogenannten Steinkochens haben die Reisenden bei vielen Naturvölkern angetroffen, die eben noch keine feuerbeständigen Gefäße besaßen, und in manchen Gegenden Irlands hatte sich das Steinkochen bei armen Leuten bis in's sechszehnte Jahrhundert erhalten, ja die Basken sollen die Milch noch heute, unter dem Vorgeben, daß sie dadurch wohlschmeckender werde, durch heiß gemachte Bachkiesel erwärmen. Dementsprechend hat man die kleinen, runden, zum Steinkochen benutzten und vom Feuer geschwärzten Steine in Höhlen der ältesten Steinzeit gefunden, in denen Topfscherben noch völlig fehlen.

Die Töpferei hatte natürlich, wie alles in der Welt, ihre sehr bescheidenen Anfänge, und die ältesten aus Thon hergestellten Gefäße vertrugen wahrscheinlich das Feuer sehr schlecht, da sie aus ungebranntem, nur an der Sonne getrocknetem Thon hergestellt waren. Noch jetzt trifft man Völker, welche die Töpferkunst nicht verstehen, neben anderen, bei denen sich die ersten Anläufe vorfinden. Capitän Cook sah in Unalaschka Gefäße, die nur aus Steinplatten bestanden, die man mit einem Rande aus Thon versehen hatte. Mit dieser Eindämmung war aber gewiß der Anfang gemacht, später auch den steinernen Boden, also das ganze Gefäß, aus dem plastischen Material herzustellen. Die Eingeborenen am unteren Murray kochten ihr Essen mittelst glühender Steine in einer Erdvertiefung, die sie an Stelle der oben erwähnten Thierhaut mit einer wasserdichten Thonschicht auskleideten. Auch überzogen sie Kürbißschalen und hölzerne Gefäße mit Thon, damit sie besser die Wirkung der Hitze aushalten möchten. Das sind offenbar Uebergänge zur wirklichen Töpferkunst, die uns den Gang der Erfindung versinnlichen, da sie unver-

meidlich auf den Nutzen eines vorherigen Brennens der Thonmasse führen mußten. Nächst der Steinwaffen-Fabrikation war die Töpferei wohl das älteste Gewerbe, welches sich neben der Jägerei und Fischerei erhob. Dabei ergab sich von selbst die Erhaltung der Finger-Eindrücke beim Erhärten und Brennen, und es überrascht uns nicht, alsbald eine derartige Verzierung durch regelmäßig aneinandergereihte Fingernägel-Eindrücke, einfache und gekreuzte Striche, Schnur- und Flechtwerk-Eindrücke u. dergl. auftreten zu sehen. Aus den einfachen wurden bald zusammengesetzte Muster; die Arabeske und Borte kam wohl auf Thongeschirren noch eher als auf den zur Kleidung benutzten Fellen zum Vorschein. Wir begrüßen in ihr die Mutter der Plastik und Skulptur und müssen ihr das Zeugniß ausstellen, daß sich ihre Werke, schon ehe die Töpferscheibe erfunden war und vor aller Geschichte zu einem Adel der Formen erhoben haben, um den sie unsere moderne Töpferei manchmal beneiden könnte. Das sich hier zuerst sicher objektiv offenbarende, weil im Stein verewigte Schönheitsgefühl der Urmenschen war ja nichts unbedingt Neues und fehlte der Thierwelt keineswegs. In der Gruppe der unscheinbareren Paradiesvögel, die man als Laubenvögel bezeichnet, findet man Thiere, welche die Eingänge ihres Hochzeitszeltes mit den schönsten Muscheln und Steinen ausschmücken, deren sie habhaft werden können, ja förmliche Blumengärten davor anlegen. Auch unseren Dohlen, Elstern und Raben sagt man bekanntlich eine Vorliebe für die Ausschmückung ihrer Nester mit glitzernden Stein- und Metallgegenständen nach. Der Mensch, als er begann, seine Haushaltsgegenstände zu verzieren, sein Haar zu schmücken, Halsbänder u. dergl. zu tragen, begann also auch damit nichts vollkommen Neues, und wenn der Schmuck von nun an vorwiegend ein erborgter wird, so ist dies nur eine Parallele zu der Erborgung der Handwerkszeuge und Waffen. Indessen auch hier darf nicht verkannt werden, daß das Geschlecht, welches sich mit fremden Federn schmückt, damit einen Raub an der Zukunft der Schönheit begeht, indem es der ferneren Entfaltung natürlicher Reize durch die geschlechtliche Zuchtwahl, von der wir später reden, mit jedem Hals- und Armband, mit jedem Finger-, Ohr- und Nasen-Ring eine Fessel anlegt.

Der Geschmack des Urmenschen war natürlich in Bezug auf jene Aeußerlichkeiten ein sehr roher. Wir könnten nichts dagegen haben, wenn er am Strande schöne Muschelschalen wie der Laubenvogel aufgelesen und sie durchbohrt auf eine Darmseite zum Halsband gereiht, wie denn solcher Muschelschmuck zu den ältesten Handelswaaren gehört zu haben scheint, aber es gefällt uns doch weniger, daß der Höhlenbewohner des Binnenlandes dem Schädel des Jagdthieres die Zähne ausschlug, sie durchbohrte und zum Schmuck aufreihte, wie dies oft geschehen zu sein scheint. Vielleicht waren diese Zahnschnüre indessen mehr Schmucktrophäen für die Männer, oder am Ende gar die Spuren einer ältesten Schriftsprache. Und was wollen wir

schließlich dagegen sagen? Den Edelstein konnte man nicht fassen, und edle Metalle haben, in Europa wenigstens, dem Urmenschen nicht in genügender Menge entgegengeleuchtet, um Schmuck daraus zu fertigen. Daß das Schminken in Europa eine durch das Alter ehrwürdige Kunst ist, dürfen die ehrwürdigen Personen, die noch heute eine derartige kleine Nachhilfe nicht verschmähen, zu ihrer Genugthuung aus den Röthel- und Farbenstückchen

Fig. 412.
Tättowirtes Motumädchen aus Neu-Guinea. Nach J. W. Turner.

schließen, welche einige Male in die Müllhaufen hineingerathen sind, auf denen der Mensch seinen höheren Zwecken entgegenwuchs. Uebrigens bezeugen römische Schriftsteller die Gewohnheit des Körperbemalens bei Europäern noch aus historischen Zeiten, und die Pikten und Skoten verdankten dieser Gewohnheit angeblich ihre Namen. Sehr wahrscheinlich war auch die Tättowirung im allgemeineren Gebrauch und einzelne gefundene Stein- und Horngeräthschaften dürfte man wohl am sichersten als Tättowirungs- und Toiletten-Werkzeuge deuten, wie denn unter ihnen auch der einer menschlichen Hand nachgebildete Haarkamm verhältnißmäßig früh auftritt.

Sofern wir in den meisten Rücksichten die Naturvölker als Ebenbilder unserer eigenen Vorfahren ansehen dürfen, so kann uns also ein tättowirter Wilder (Fig. 412) wahrscheinlich auch als Trachtenbild des europäischen Urmenschen dienen. Die Verzierungen seines Körpers entsprechen den einfachen Linien-Ornamenten seiner Koch-Geräthschaften, und erst später treten auf beiden die Abbildungen natürlicher Gegenstände hinzu. Dabei erfüllten diese Striche neben dem Zweck des Schmuckes auch denjenigen gewisser hergebrachter Kennzeichen der Abstammung, des Ranges u. s. w., und man weiß, daß gewisse eintättowirte Abzeichen, ganz wie unsere Orden, erst nach Ausführung gewisser Heldenthaten den Jünglingen zu tragen gestattet werden und daß manche Häuptlinge die Zahl der getödteten Feinde und alle ihre Ruhmesthaten in dieser Zeichenschrift zur Schau tragen. Bei den weiblichen Personen dient die Tättowirung freilich vorwiegend zum Schmuck, doch kommen dazu Stammzeichen, und bei dem hier abgebildeten Motumädchen deutet ein blau tättowirtes Dreieck auf der Brust an, daß sie einem Manne versprochen ist. Merkwürdiger Weise hat sich der Sinn für diese Hautverzierung auch bei den niederen Klassen der civilisirten Völker erhalten, und zwar nicht nur im civilisirten Indien, sondern auch bei unseren Matrosen und Soldaten.

Während aber, wie auf der Haut der Indianer, auch auf Kochgeräthen und Waffen der Vorzeit bis in späte Zeiten hinein meist nur schematische Muster angetroffen werden, hat man in den Höhlenwohnungen des Dordogne-Thales und an einigen anderen Orten Frankreichs zahlreiche Spuren eines weiter entwickelten Kunsttriebes gefunden, welche die Forscher lange Zeit in das größte Erstaunen versetzen mußten. Auf dem Geweih des Rens, dem Zahne des Mammuth und auf Knochenresten aller Art treten, mehr oder weniger kenntlich, einige Male aber mit wirklicher Sicherheit entworfen, die Gestalten des Rens, Mammuth, Höhlenbären, von Hirsch, Pferd, Biber und anderen Jagdthieren hervor. Es sind die ältesten Werke des Grabstichels, die frühesten Spuren eines schöpferischen Genies im Menschen, Kunstwerke, die wahrscheinlich schon zu den Zeiten der ältesten ägyptischen Dynastien mit vollem Rechte als Antiken hätten gelten können. Der Urmensch beginnt seiner ersten Muße froh zu werden, denn was wir hier mit einem scharfen Kiesel in Knochen geritzt sehen, sind nicht, wie möglicher Weise die Ornamente der Geschirre, Werke der Frauenhand. So wird das Mammuth mit dem kleinen Auge und der langen Mähne, in seinem plumpen Trabe (Fig. 413), der Hirsch in seinem Sprunge, der Bär, wenn er aufgestört davoneilt, das stets gesellige Ren nur gezeichnet von Jemand, der diesen Thieren oftmals auflauerte, mit jenem Augenmaß, welches sich nur der Jäger selbst aneignet. In diesen Gestalten ist nichts schablonenhaftes, wie in manchen Thierdarstellungen der Aegypter; vielmehr sind die Stellungen der Thiere fast stets der Natur treu abgelauscht und bei aller Rohheit der Ausführung lebenathmend. Allerdings handelt es sich nur um Thierbilder und Jagd-

scenen, auf denen man menschlichen Gestalten nur ausnahmsweise, Bäumen und andern Pflanzen fast nie begegnet. Dagegen lebt in den Thierbildern zuweilen eine Unmittelbarkeit der Auffassung, um die ein Potter den Erfinder beneiden könnte. Wir finden hier keinen „Affenskat" und ähnliche Geschmacksverirrungen der Neuzeit, dagegen echte Naturscenen, z. B. das Ende des Kampfes mehrerer männlichen Renthiere um ein Weibchen, auf einer Schieferplatte der Madelaine-Höhle eingekratzt. Die besiegten Gegner liegen am Boden, während der Sieger im Begriff steht, den Siegespreis in Empfang zu nehmen (Fig. 414). Man hatte diese ältesten Erzeugnisse des Kunsttriebes lange mehr oder weniger laut angezweifelt, weil sich in andern Ländern nicht nur aus der Renthierzeit, sondern auch aus späteren Zeiträumen keine ähnlichen Leistungen finden wollten, und es lag nahe genug, eine von der Eitelkeit der Franzosen veranlaßte Täuschung zu vermuthen, um die Welt glauben zu machen, daß Frankreich schon damals an der Spitze der Civilisation marschirt sei. Allein derartige Funde sind seitdem auch anderwärts und schließlich so häufig gemacht worden, daß sich, abgesehen von einigen allerdings vorgekommenen, plumpen Mystificationen, die bewährtesten Forscher für die Echtheit dieser Antiken erklärt haben. Man kann sich im Uebrigen recht wohl vorstellen, daß schon damals das mildere Klima Südfrankreichs, welches später den Troubadouren günstig war, solche Aeußerungen menschlicher Muße gezeitigt habe; sind doch die Ein-

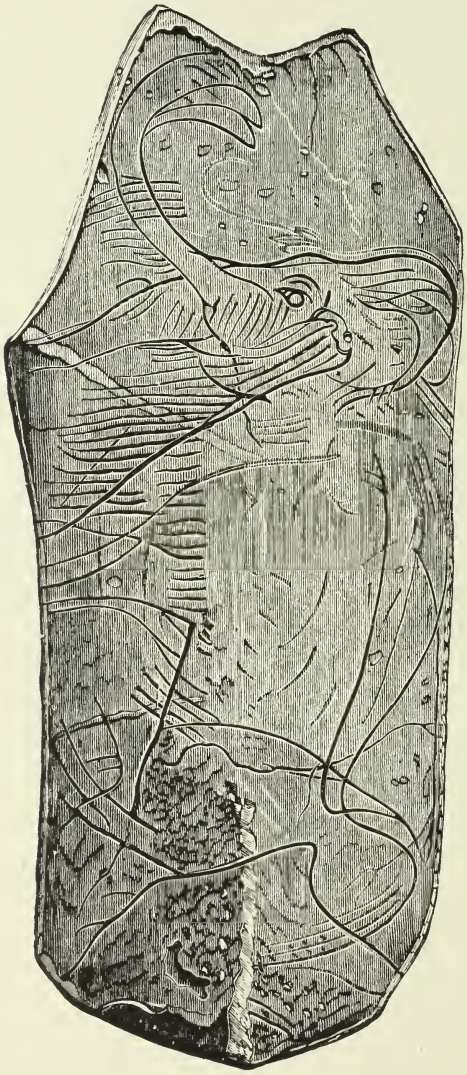


Fig. 413. Auf einer Elfenbeinplatte gravirtes Mammuth. Aus der Madelaine-Höhle (Dordogne).

wirkungen eines glücklichen Klimas ebenso bei der in der Geschichte der Menschheit einzig dastehenden griechischen und italienischen Kunstblüthe in Anschlag zu bringen. Auch kann sehr wohl eine Stammes-Eigenthümlichkeit in Betracht kommen, denn noch heute giebt es in der allgemeinen Bildungsstufe sehr niedrig stehende Stämme, wie z. B. Eskimo's und Buschmänner, die dennoch viel mehr Neigung zu solchen Künsten zeigen, als andere unvergleichlich höher stehende.

Wenn von der künstlerischen Seite nur der „Blick" unsere Theilnahme erweckt, der diese Thiere und selbst ausgestorbene Arten so wiedergab, daß wir befähigt werden, sie zu erkennen, oder die Geschicklichkeit, welche die

Fig. 414.
Renthiergruppe aus der Madelaine-Höhle.

Glieder eines Rens so anordnete (z. B. das Geweih in den Rücken legen und die Beine an den Leib ziehen ließ), daß ein Knochenstück die Formen eines Handgriffs gewann, wenn die seltener vorkommenden Menschenbilder uns sogar eher ein Lächeln abzunöthigen geeignet sind, so ist die psychologische Seite um so ergiebiger. Wir ersehen aus diesen Ansätzen zur Kunst, daß die Gedanken des Bewohners vom Périgord zur Steinzeit ganz von der Jagd und Fischerei eingenommen waren. Jagdthiere und Fische sind das Einzige in der Welt, dessen Bildung ihn beschäftigt, wie das Kind zuerst ein Pferd, einen Hund, ein Kätzchen gemalt zu haben verlangt, aber nicht einen Baum oder eine Blume. Von besonderer Ueberzeugungskraft für Schwergläubige, wenn sie es nicht vorziehen, den Werth derartiger Zeugnisse überhaupt zu leugnen, mußten dann die verschiedenen Darstellungen des Mammuthes sein, als Beweise, daß der Mensch wirklich mit diesem Thiere noch in Europa zusammengelebt hat, wenn man die Vermengung der Knochenfragmente nicht für beweisend ansehen wollte. Die besonders zahlreichen Darstellungen des

Rens können den Knochen und Werkzeugresten zwar keine Ergänzungen hinsichtlich des Geschätztseins dieses Thieres hinzufügen, aber sie erhöhen doch die Wahrscheinlichkeit, daß dieses Thier noch reines Jagdthier und nicht, wie heut im Norden, Hausthier war, wie denn gerade die Zähmung des Rens, ohne Beihilfe des in der Renthierzeit sicher noch nicht gezähmten Hundes von Sachkennern für unmöglich gehalten wird. Es gab noch keine Hausthiere.

Aber noch nach einer andern Richtung hat der Kunstsinn des Renthiermenschen deutliche Spuren hinterlassen, Spuren die sich nicht blos auf Frankreich beschränken. Man findet unter den Anhäufungen des Renthiermenschen nämlich bereits musikalische Instrumente. Schon längst war es den Forschern in Deutschland, wie im südlichen Frankreich aufgefallen, daß die Röhrenknochen des Schwans und anderer Vögel in diesen Wirthschaftsresten ebenfalls aufgeschlagen vorkommen, obwohl sie doch kein Mark enthalten. Man schloß daraus, umsomehr da die Querbruchränder glatt waren und die betreffenden Knochen einigemale äußere Spuren von Politur zeigten, daß diese leichten Knochenröhren wohl als Pfeifchen gedient haben könnten. Vor einer Reihe von Jahren hat nun der französische Alterthumsforscher Piette der Pariser Akademie einen Fund aus der Grotte von Rochebertier vorgelegt, der aus vier Stück solcher Röhrenknochen besteht, von denen mehrere Einkerbungen und zwei ein kleines Seitenloch zeigen. Das Bemerkenswertheste ist, daß diese vier Röhren sich miteinander in einer Hand voll Asche befanden. Piette schließt daraus, daß sie ehemals fest mit einander verbunden gewesen, und also eine sogenannte Panspfeife gebildet haben möchten. Eine solche Annahme hat an sich gewiß nichts Unwahrscheinliches, denn selbst in der ältesten Kunst tritt uns gerade dieses Instrument in den Händen der halbthierischen Satyre und Panisken stets wie ein urväterliches, der Leyer gegenüber, deren Erfindung dem Apoll zugeschrieben wurde, entgegen. Es ist ein neuer Zug in der Geistesbildung des Urmenschen, der uns seine Erscheinung noch sympathischer macht. Ob der Mensch der Steinzeit auch bereits eine poetische Ader gehabt, können wir freilich nicht wissen, doch ist es nach den Beobachtungen, die wir bei Indianern machen, wahrscheinlich genug.

Von den Jagdthieren der Steinzeit scheint der Höhlenbär zu denjenigen gehört zu haben, welche der Mensch am frühesten ausrottete und überlebte, nach ihm erst verschwanden Mammuth und Nashorn und endlich, als die Winter milder wurden, blieben sogar die Renthierheerden aus. Bei dem allmäligen Wärmerwerden Europa's zogen sich die überlebenden Charakterthiere der Eiszeit bleibend nach den Gegenden zurück, die sie sonst nur in wärmeren Sommern aufgesucht hatten, nämlich theils nach den Alpenländern, theils nach dem Norden. Zu den ersteren gehören Elen, Steinbock und Gemse, die sonst in der Ebene lebten, zu den letzteren namentlich Renthier, Moschusochs, Bär, Vielfraß und Lemming. Zu ihrem Ersatz werden sich andere Thiere, die früher seltener waren, bei uns eingefunden haben, z. B.

Edelhirsch und Reh, sowie zahlreiche Vögel. Aber fast scheint es, daß einige Stämme das Ausbleiben ihres über alles geschätzten Rens nicht verschmerzen konnten und demselben gegen den Norden hin nachgezogen sind. Dann wären vielleicht die finnischen Stämme als die von fremden Berührungen am reinsten erhaltenen Ueberbleibsel jener Urbevölkerung Europa's aufzufassen, nach andern die Basken, die von den eindringenden arischen Kelten nach Westen gedrängt worden seien.

Man wird nicht umhin können, anzunehmen, daß diese Naturvölker auch bereits zu einfachen gesellschaftlichen und staatlichen Einrichtungen gelangt waren, daß sie einem Häuptlinge oder Oberhaupt gehorchten, ihre Gesetze hatten und gemeinsame Unternehmungen für Schutz und Angriff unter seiner Oberleitung und Führung ausführten. Wenigstens hat man unter den Ueberresten des europäischen Urmenschen wiederholt geschnitzte, und mit Thierfiguren bedeckte Stäbe gefunden, die man nach ihrer Aehnlichkeit mit denjenigen gewisser noch heute lebender Naturvölker als Abzeichen der Häuptlinge betrachtet, und wohl auch direkt als Commando-Stäbe bezeichnet hat. Je nach dem Charakter des Volkes, nach Kriegs- und Friedenszeit mag Regiment und Verfassung ein mehr patriarchaliches oder republikanisches Gepräge gehabt haben. Man kann nicht zweifeln, daß diese Häuptlingsstellung im Kriege von selbst dem Stärksten und Klügsten, dem geübtesten Jäger und Tapfersten der Anführer zufiel. Offenbar wählte man ihn, wie Lucrez sagt:

„Wie die Gestalt ihn empfahl und die Kraft des Körpers und Geistes,
Denn die äuß're Gestalt galt viel und die stattliche Mannskraft."

Die Familie erweiterte sich zu einem patriarchalischen Gemeinwesen, in welchem dem Häuptling höhere Rechte eingeräumt werden und ihm, wie sich das noch jetzt bei vielen dem Naturzustande näheren Völkern vorfindet, unter Andern alle Frauen des Stammes zugehören. Es ist die Umkehrung des Verhältnisses, dem wir in den Bienenkönigreichen zuerst begegnen. Auch unter den heerdenweise lebenden Säugethieren übernimmt ein erfahrenes, männliches Altthier die Führung. Mit der Gemeinde- und Staatenbildung, die sich in jener vollkommen patriarchalischen Form, welche wir als den ursprünglichen Typus ansehen dürfen, unter den civilisirten Nationen nur in China erhalten hat, nahm der Kampf ums Dasein zuerst die geordnete Form an, welche wir als Krieg bezeichnen. Sonst ein planloses Kämpfen des Einzelnen gegen den Einzelnen (immer mit Ausnahme der Bienen und Ameisen, sowie einiger höheren Heerdenthiere) treten nun Massen gegen Massen in Mitbewerbung, und der ewige Krieg, der eine gewissere Thatsache ist, als der ewige Frieden, von dem die Humanisten träumen, nahm seinen Anfang. Wir müssen dieses grausame Handgemenge, welches den zarter besaiteten Menschen zu allen Zeiten trübe Gedanken bereitet hat, vom naturwissenschaftlichen Standpunkte nicht allein als ein nothwendiges Uebel, sondern als ein thatsächliches

Kulturmoment betrachten. Und so ist es von Philosophen, welche die Weltgeschichte mit einem weiten Blicke umfaßten, auch fast jederzeit betrachtet worden. Die Verbesserung seiner Waffen ist das Kennzeichen, nach welchem der Forscher hauptsächlich die Fortschritte des vorgeschichtlichen Menschen abmißt; vorhistorische Museen sind vornämlich Waffensammlungen, und noch heute ist die Frage nach der besten Artillerie eine bekanntlich sehr wichtige. Es ist auch kein Zweifel, daß der Wettstreit der Völker dauern wird, so lange die Welt besteht, und die Hoffnung der Menschenfreunde geht nur darauf, daß die Waffen schließlich doch rein geistige werden könnten, nachdem sie schon jetzt zu einer Art wissenschaftlichen Apparat geworden sind. Aus diesen Gründen war denn auch der Beginn des Kriegszustandes der Beginn einer höheren Kultur; der Einzelkampf geht erst in den Massenkampf über, wenn es ein Eigenthum zu schützen giebt, wenn eine gewisse gesellschaftliche Ordnung vertheidigt werden muß. Früher war Jedermann sein eigener Soldat, später theilte sich der gesellschaftliche Organismus in einen Nähr- und einen Wehrstand, und Spencer hat gezeigt, daß die meisten unserer gesellschaftlichen Sitten und Gewohnheiten, die Begrüßungen, Ceremonien, das Geschenkgeben und vieles andere, aus dem ehemaligen Uebergewicht des Wehrstandes abzuleiten sind.

Welcher Zeitraum dazu gehört haben mag, um den Jäger und den Nomaden der älteren europäischen Steinzeit in einen seßhaften Hirten und Ackerbauer zu verwandeln, läßt sich schwerlich auch nur annähernd bestimmen. So viel scheint aber festzustehen, daß dies nicht eher geschehen sein kann, als nachdem das Klima ein erheblich günstigeres geworden war, und da solche Veränderungen sehr langsam zu geschehen pflegen, so werden wir eher Gefahr laufen, einen zu kurzen als zu langen Zeitraum dafür anzusetzen. Andrerseits scheint es, als ob die Rauhigkeit des Klima's in Deutschland noch in historischer Zeit nachgelassen habe, so daß möglicher Weise der Ackerbau in diesem Lande erst kurz vor Beginn derselben möglich geworden sein mag. Die natürliche Uebergangsstufe vom Jäger zum Ackerbauer scheint der Hirt und Viehzüchter zu bilden, dessen große Antrittsleistung in der Zähmung des Hundes bestanden haben wird, dieses treuesten Gehilfen des Menschen sowohl auf der Jagd als für die Viehzucht. Daß in der Zeit des Höhlenbären, der Mammuthjagden, des Renthiers, kurz in der gesammten älteren Steinzeit von Viehzucht keine Rede gewesen ist, darüber sind alle Forscher einig; die Knochen des Schweines, Rindes, Schafes u. s. w. kommen, wenn sie überhaupt sich unter den Ueberresten des Menschen finden, viel zu selten vor, als daß man irgend daran denken könnte, sie seien in Menge gezüchtet worden. Auch gab es damals zu viel Jagdwild, als daß man bereits hätte darauf denken müssen, noch auf andere Weise Fleisch zu gewinnen, als mit Lanze, Bogen und Harpune.

Die ersten Spuren des Hundes als eines Begleiters des Menschen

finden sich in den jüngeren Küchenmüll-Haufen der Küsten (Kjökken-Möddings), und zwar trifft man zuweilen seine Knochen ebenso um des Markgewinnes willen aufgeschlagen, wie die der wilden Thiere. Da er also anscheinend ebenfalls verzehrt worden ist, so scheint es einigermaßen gewagt, diese Reste von gezähmten Thieren abzuleiten. Indessen wird der Hund in bestimmten Ländern nicht selten noch heute gegessen, und dieser Beweis ist darum hinfällig. Dagegen hat Steenstrup durch eine sehr geistvolle indirekte Methode den Beweis zu liefern gesucht, daß diese Reste von gezähmten Thieren herrühren. In jenen Anhäufungen von Nahrungsresten kehren nämlich stets nur bestimmte Skelettheile aller dort nachgewiesenen Jagdthiere wieder, und andre Knochen fehlen regelmäßig. Die vorhandenen Knochen ermangeln außerdem der Gelenk-Enden und es sind blos die Mittelstücke derselben zu finden. Durch direkt angestellte Versuche konnte sich Steenstrup dann überzeugen, daß die dort fehlenden Knochenreste genau mit denen übereinstimmen, welche der Hund des neunzehnten Jahrhunderts aus dem Kehricht heraussuchen und verzehren würde. Ich möchte noch hinzusetzen, daß der Hund schon darum der älteste Begleiter des Menschen geworden sein muß, weil er sich ihm gewissermaßen von selbst angeschlossen haben wird als regelmäßiger Durchwühler seiner Mahlzeitplätze. Der Jäger mußte erkennen, daß ihm dieser vielleicht anfangs unbequeme Gast doch auch wichtige Dienste leisten konnte, und darum gewöhnte er das Thier, dessen Unterhaltung ihm wenig oder nichts kostete, an sich. Es ist ein Vorgang, den ich als Selbstzähmung bezeichnen möchte und der sich an die zudringliche Menschenfreundlichkeit der Marder, Ratten, Mäuse und Sperlinge anschließt. Man hat im Allgemeinen keine Vorstellung, wie leicht sich Thiere zähmen lassen, die auf Kosten des Menschen leben. Mit einem Worte, der frühe Freundschaftsbund zwischen dem Urmenschen und dem kleinen Raubthiere, — denn die Hunde jener Zeiten gehörten einer kleinen Rasse an — scheint mir ein sehr natürlicher und von dem Hunde beinahe gesuchter gewesen zu sein. Wie das Käthchen von Heilbronn folgte er seinem Ernährer, so oft ihn dieser auch verjagte, bis der Mensch endlich seinen Vortheil begriff, und das einzige Thier, welches er als Jäger ohne alle Schwierigkeiten ernähren konnte, in seinen Dienst aufnahm.

Ueberhaupt scheint es mir eine unbegründete Annahme der auf klassische Quellen zurückgehenden Kulturgeschichtsforscher zu sein, daß wir unsre Hausthiere beinahe sämmtlich aus Asien erhalten haben sollen und gerade die wichtigste Erwerbung, den Hund, möchte ich unsern Ur-Europäern zuschreiben, da selbst, als die Veda's entstanden, der Hund am Himalaya noch als ein feindliches Thier galt. Es ist nicht einzusehen, warum der bei vielen Thieren (zu denen außer den Vögeln, die meisten Pflanzenfresser und hunde- nebst marderartigen Raubthiere gehören), unmittelbar gelingende Zähmungs-Versuch nicht in verschiedenen Gegenden geschehen sein soll, besonders nachdem der

Hund gewonnen war. Der Naturmensch besitzt eine außerordentliche, von den Reisenden, namentlich in Südamerika oft bewunderte Gabe, Thiere aller Art schnell an sich zu gewöhnen, und man findet bei den Indianerhütten die seltsamsten Gesellschafter aus dem Urwalde. Schwerlich aber dürfte der Urmensch, als er mit dem Hunde einen ersten Hegungsversuch machte, geahnt haben, von welcher Wichtigkeit und Tragweite die Erwerbung werden könnte, welche er vielleicht aus Zufall machte. Diesem aller Falschheit entbehrenden Thiere durfte der Mensch ohne Zweifel nur zeigen, daß es geduldet sei, um es zu seinem getreulichen Begleiter auf der Jagd und überall hin zu machen. Vielleicht ist der Hund dem Jäger sogar bereits ungezähmt auf seinen Jagdzügen gefolgt, wissend, daß von der Beute auch für ihn einiges abfalle. Der Mensch aber müßte blind gewesen sein, wenn er nicht alsbald gesehen hätte, wie nützlich ihm dieses Thier bei der Verfolgung des kleineren Wildes, zu der er sich wohl nach und nach bequemen mußte, werden konnte. Ebenso mußte sich die Wachsamkeit bei dem im Hause geduldeten Thiere, welches nunmehr jedem Fremdling — zunächst unter seines Gleichen — den Eintritt wehrte, fast von selbst offenbaren; auf diese beiden Eigenschaften der Schnelligkeit und Wachsamkeit aber konnte der Mensch in den Tagen eines seiner Vermehrung gegenüber abnehmenden Thierreichthums den Versuch gründen, gewisse Thiere, deren Vermehrung ihm nützlich dünkte, heerdenweise zu züchten. Wenn wir uns sogar heute die meisten Zweige der Viehzucht ohne Schäferhund gar nicht ausführbar denken können, so galt dies in noch viel höherm Grade für eine Zeit, in welcher die reißenden Thiere den Heerden gefährlicher waren als heute, und der Mensch nothwendig eines wachsamen Beistandes bedurfte. Denn das Wesen der Thierzucht beruht nicht einseitig in einer Ausbeutung der nützlichen Thiere, sondern auch in einer Vermehrung derselben, indem man sie gegen die Feinde schützt, die ihre freiwillige Vermehrung in der Natur zurückhalten. Man braucht nicht zu glauben, daß, nachdem der Mensch die Ziele der Viehzucht erkannt hatte, eine lange Schulung nothwendig gewesen wäre, um den Hund zu dieser Bewachung auszubilden, denn auch einige dem Hundegeschlechte nahestehende Raubthiere, wie die Fischotter, gewöhnen sich, jung eingefangen, so an den Menschen, daß sie ihn überall begleiten und sich zu zahlreichen Diensten ganz wie der Hund gebrauchen lassen. Es scheint mir, daß man die guten Eigenschaften des Hundes mehr in seiner Natur als in einer langen Erziehung suchen muß, und damit in Uebereinstimmung hat man bemerkt, daß die Jungen gänzlich verwilderter heerdenweis jagender und sehr bissiger Hunde sich wiederum unmittelbar zähmen lassen.

Wenn wir den Spuren des Jägers nach dem Abzuge des Rens, Steinbocks und Elens, von denen die letzteren Thiere den Alpen zugezogen waren, zu folgen suchen, so tritt uns mit einer gewissen Plötzlichkeit statt des in Höhlen und vielleicht unter Zelten wohnenden Jägers der vollkommen seßhafte,

Restauration eines Pfahlbaus in einem Schweizer See.

Ackerbau und Viehzucht in einem weiten Umfange treibende, ruheliebende Pfahlbürger der schweizer und italienischen Seen entgegen. Die Begegnung ist für den Forscher darum so überraschend, weil seine älteren Ansiedlungen der Steinzeit angehören, weil wir versucht sind, zu glauben, es seien dieselben Stämme, denen wir hier unter so sehr fortgeschrittenen Lebensverhältnissen begegnen. Weist die Oertlichkeit, so fragen wir uns, darauf hin, daß der Jäger seinen liebsten Jagdthieren hierher gefolgt sei, und an denjenigen Orten, wo sie im Winter zur Ebene kamen, seine Ansiedlung bewirkt habe, so daß er nunmehr im Winter Jäger geblieben, im Sommer Viehzüchter geworden wäre? Oder gehörten diese vor dreißig Jahren zuerst beobachteten Reste der vom Ufer entfernten Ansiedlungen mitten im Wasser der grünen schweizer Seen einem von fern hergekommenen fremden Stamme an, der mit höherer Kultur einwanderte und der Schönheit des Wassers und der Lage nicht widerstehen konnte?

Für beide Anschauungen lassen sich Gründe anführen; wenn die erstere richtig ist, so liegt jedenfalls eine lange ungeschriebene Geschichte zwischen der Zähmung des ersten Hundes und der größeren Anzahl von Hausthieren, deren Spuren wir bereits in den ältern Pfahlbauten finden; wenn die zweite vorzuziehen wäre, so müßte diese Einwanderung in einer sehr frühen, der europäischen Geschichte sehr weit vorausgehenden Zeit geschehen sein, denn der Pfahlbürger gehört einer tief unter der althebräischen, griechischen und römischen Kultur stehenden Bildungsstufe an. Daß diese auf langen Pfahlreihen im Wasser errichteten Wohnungen (siehe den Restaurations-Versuch auf Tafel XXII) die ältesten selbst errichteten Heimstätten in Europa gewesen seien, wird man nicht behaupten dürfen. Auch der in der Ebene nomadisirende Jäger wird sich in Ermangelung von Höhlen, die doch nicht überall zur Verfügung standen, Zufluchtsstätten bereitet haben, die älter waren als jene. Mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit hat man einige halb unterirdische Rundbauten, deren Spuren sich bis auf unsre Zeiten erhalten haben, als die engen Wohnungen des jagenden Renthiermenschen angesehen, und es ist in einem so kalten Lande, wie Alt-Europa war, gewiß am praktischsten gewesen, sich in Ermangelung von Höhlen halb in die Erde einzuwühlen und den niedrigen Hohlraum zu überdachen. Eskimo's und andre Völkerschaften, die in Anbetracht ihrer Kulturstufe dem Renthiermenschen nahe stehen mögen, bauen noch heute derartige Wohnungen.

Waren aber die Pfahlbauten auch nicht die ältesten selbstgegründeten Wohnungen in Europa, so eröffneten sie doch eine durch unendlich lange Zeiträume festgehaltene Gewohnheit, die Behausungen dicht über dem Wasserspiegel anzulegen, Dörfer zu gründen, deren Straßen das Wasser bildete und in denen man selbst mit dem nächsten Nachbar oft nur mit Hilfe eines Kahnes verkehren konnte. Viele Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende hindurch barg in Alt-Europa fast jede stille Seebucht, besonders wenn sie von hohen Bergen

beschützt war, ihr Klein-Venedig, in deren Straßen statt der Gondeln aus einem Baumstamm gehöhlte, sogenannte Einbäume einen regen Verkehr entfaltet haben mögen. War der Seeboden nicht geeignet, die feste Eintreibung der zum Tragen der Wohnungen erforderlichen zahlreichen Holzpfähle aufzunehmen und festzuhalten, so wurden viele Kahnladungen voll Steine herbeigeschafft, um, zwischen den Pfählen aufgeschüttet, diesen einen festen Halt zu gewähren, oder es wurden aus Faschinen, Steinen und Pfählen mit großer Mühe künstliche Inseln angelegt, auch wohl, wie bei den Terramaren Ober-Italiens, Thalwohnungen, deren Umgebung es gestattete, künstlich umwässert. Da die Mühseligkeit der Herstellung solcher Wasserwohnungen in einer Zeit, wo die Pfähle, Fußböden, Wände, sowie die Fahrzeuge mit Steinwerkzeugen bearbeitet werden mußten, außerordentlich groß gewesen sein dürfte, so geht daraus hervor, wie außerordentlichen Werth man darauf gelegt haben muß, grade auf dem Wasser und eine gewisse Strecke vom Ufer entfernt zu wohnen. Man hat geglaubt, daß eine gewisse Friedensliebe, die ziemlich plötzlich in den Ureuropäer gefahren sein müßte, ihn zu dieser Wohnungswahl bewogen habe, und in gewissem Sinne dürfte das dennoch zutreffen. Niemals hatte das engliche Sprichwort: mein Haus ist meine Burg, eine allgemeinere Geltung. Das Wasser ersparte in den alten unruhigen Zeiten eine Stadtmauer, und wenn es feindliche Ueberfälle auch nicht unmöglich machte, so erschwerte es dieselben auch jedenfalls wesentlich. Gänzlich unhaltbar aber erscheint die von einigen Forschern ausgesprochene Ansicht, daß diese Anlagen nur Zufluchtsstätten für den Kriegsfall gewesen wären. Die zwischen den Pfahlüberresten gesammelten Gegenstände beweisen vielmehr, daß solche Wohnungen durch unendliche Zeiträume bewohnt wurden, und also auch nicht, wie wieder Andere geglaubt haben, bloße Waarenmagazine gewesen sein können. Es giebt eben einen Uebergang aus dem besitzlosen Zustand, wie er mehr oder weniger dem Renthiermenschen eigen sein mochte, in den besitzenden, bei welchem es wünschenswerth erscheint, sich auch gegen seinen Nächsten möglichst abschließen zu können, und dazu war in der That nichts Praktischeres denkbar, als die Pfahldörfer, die, wenn das Eis sie im Winter zugänglicher machte, mit einem durch gemeinsame Anstrengungen offen erhaltenen Wasserringe umgeben werden konnten. Die Pfahldörfer waren in dieser Beziehung sogar praktischer als Ansiedlungen auf kleinen Inseln, die wenigstens den Nachbar von dem Nachbar nicht trennen. Ich glaube daher, daß die künstlichen Inseln jener Zeiten meistens nur einen größeren Haushalt aufnahmen, also einem Gutshofe oder einer wirklichen Wasserburg entsprochen haben mögen. Nicht zu unterschätzen dürfte auch der Umstand sein, daß diese Wasserwohnungen am Tage der von ihrem Ernährer verlassenen Familie Schutz gegen die Ueberfälle wilder Thiere, dazumal ein Faktor, mit dem man rechnen mußte, gewährt haben werden. Abends, wenn die Männer von der Jagd oder dem Ackerbau heimkamen, zogen sie den schmalen Steg, der die Ansiedlung mit dem Festlande

verband, wie eine Zugbrücke empor, hingen Steinart und Lanze an die Wand, und ruheten sicher vor den wilden Thieren, die in den Bergwäldern lärmten, in ihren Wasserburgen, deren Bau sie dem Biber abgelernt zu haben scheinen.

Die Pfahldörfer haben in vielen Gegenden bis in die historischen Zeiten gestanden, und schon altgriechische Geschichtsforscher und Aerzte erwähnen der ihnen sehr seltsam erschienenen Gewohnheit mehrerer halbbarbarischer Stämme ihrer Zeit, mitten in Seen und Sümpfen ihre Wohnungen aufzuschlagen. Noch heute besitzen die donischen Kosacken in manchen Strichen ganz ähnliche

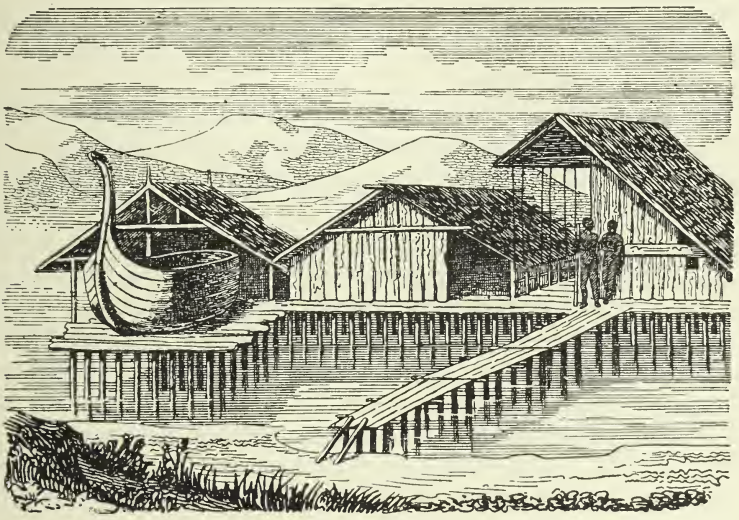


Fig. 415
Pfahlbauten der jetzigen Eingebornen Neu-Guineas.

Wohnungen, und in Asien und Amerika haben einzelne Reisende wiederholt Naturvölker in Wohnungen hausen sehen, die denen der europäischen Pfahlbauer durchaus geglichen zu haben scheinen. Solche Pfahldörfer fand Dumont d'Urville in Neuguinea (Fig. 415) und Venezuela hat seinen an Venedig erinnernden Namen bekanntlich von den daselbst vorgefundenen, im Wasser erbauten Ortschaften erhalten. Der Umstand, daß manche auf niedriger Kulturstufe stehende Völkerschaften der Ostindischen Inseln, Neuguinea's, Amerika's und Afrika's noch jetzt in Pfahlbauten wohnen, scheint die Ansicht zu unterstützen, daß der Pfahlbau eine Art natürlicher Mittelstufe sei, von der beweglichen Zeltwohnung zu dem festen Steinhause, und es lassen sich noch manche Gründe für diese im ersten Augenblick fremdartig erscheinende Gewohnheit, auf dem Wasser zu wohnen, finden. Die Bewohner warmer Striche entfliehen z. B. auf dem Orinoko in solchen zwischen Baumstämmen befestigten Wohnungen am besten den Peinigungen der Moskitoschwärme, die dicht am

Ufer oder im feuchten Urwalde unerträglich sind. Außerdem erleichtern diese Wasserwohnungen den Fischfang und manche Haushaltarbeit, eine Brunnenanlage wird ganz erspart. Ich finde auch, daß bei der einmal eingewurzelten Gewohnheit des Urmenschen, auf seinem Schmutz und Abfall zu wohnen, diese Pfahldörfer in größeren, wasserreichen Seen sehr viel gesünder gewesen sein müssen, als der Aufenthalt in Höhlen oder kehrichtumgebenen Landwohnungen. Eine bessere Kanalisation, als sie diese Dörfer besaßen, ist nicht denkbar und eine Miasmenbildung in den größern Seen nicht leicht anzunehmen. Vielleicht ist dieser sanitäre Vortheil dem Urmenschen nicht völlig entgangen, um so mehr da wir den Höhlenbewohner infolge seiner unreinlichen Lebenweise von schweren Krankheiten heimgesucht denken müssen, für welchen die Knochenfunde bestimmte Anhaltspunkte gewährt haben.

Wenn uns etwas in der Annahme, daß die erhöhte Sicherheit den eigentlichen Gedanken der Pfahlansiedelungen ausdrücke, schwankend machen dürfte, so könnte es vor Allem die Erwägung sein, daß es doch besondre Schwierigkeiten hatte, das eigentliche Vermögen des Pfahlbauers, sein Vieh, in diesen Wasserwohnungen zu bergen. Hätte man dieses werthvollste Besitzthum am Ufer lassen müssen, so wäre der Schutz gegen die Ueberfälle von Mensch und Thier doch nur ein unvollkommener gewesen. Vielleicht hat man sich für die Thierheerden besondre Gemeindestallungen zu denken, die dem Ufer näher belegen und vermittelst eines breiten Steges zugänglich waren. Es ist keine Frage, daß die Pfahlbauer seit den frühesten Zeiten einen Viehstand besaßen, der später zunahm. Denn unter den Knochen werden diejenigen vom Hund, Schwein, Pferd, Rind, Ziege, Schaf, kurz mit Ausnahme der Katze und des Geflügels fast alle unsre Hausthiere immer häufiger, je mehr wir uns den geschichtlichen Zeiten nähern. Alle diese Thiere stammten vielleicht von damals in Europa lebenden Wildrassen ab, obwohl Kreuzungen mit eingeführten fremden Rassen sicher die Hausthiere später sehr verändert haben. Namentlich scheinen die ältern Rinder-, Pferde- und Schweine-Rassen sicher von einheimischen Arten ableitbar zu sein. Die Reste des Rinds sind dabei von Anfang an am häufigsten vertreten. Aber wie war es, so frägt der Leser vielleicht, möglich, zu erkennen, daß die vorgefundenen Knochen vom Pferde, Schwein und Rind nicht von wildlebenden, sondern von gezähmten Thieren herrühren? Der Forscher läßt sich dabei von der Häufigkeit der Reste im Allgemeinen, dem Mangel alter Thiere und insbesondere durch die Beschaffenheit der Knochen selber leiten, welche, soweit sie nicht als Arbeitsthiere beschäftigten Hausthieren angehörten, viel weniger Unebenheiten besitzen, als die der wilden Thiere, bei denen die Gefäßrinnen stärker vertieft, die Vorsprünge und Leisten der Muskelansätze rauher hervortreten.

Die Viehzucht setzt den Ackerbau voraus, da die Ueberwinterung der Thiere das Sammeln von Futtervorräthen erfordert. Auch glaube ich, daß der Urmensch erst durch die Viehzucht zum Ackerbau gedrängt worden ist,

denn er selbst scheint lange mit einer fast ungemischten thierischen Nahrung zufrieden gewesen zu sein. Die Alten hielten diesen Schritt, die Anpflanzung von Nutzbäumen und das Aussäen mehlreicher Körner für einen so übermenschlichen, daß sie wohlthätige Götter dem Menschen zu Hilfe kommen lassen, um ihn diesen wichtigsten Kulturfortschritt zu lehren. Die auf klassischen Ueberlieferungen fußenden Kulturhistoriker finden, daß der Gedanke so neu und großartig sei, daß ihn womöglich nur ein einziger Mensch im Orient gehabt haben könne und daß alle Cerealien-Kultur von dorther gekommen sein müsse. Ganz gewiß ist dieser Fortschritt einer der bedeutsamsten von denen, die noch zu machen waren, aber ich glaube, daß er zu den natürlichsten und regelmäßigsten gehört, weil die Natur überall dazu aufforderte. Ohne daß Ceres dort hinübergereist, treffen wir in früher Vorzeit Nordamerika's Spuren des Feldbaus; auf den entferntesten Südsee-Inseln zog man, so wenig die Ueberfülle der Natur dazu drängte, von Alters her seine Lieblingsfrüchte. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Vermehrung der Obstgewächse durch die an den Mahlzeitplätzen ausgestreuten Kerne den Menschen zuerst auf die künstliche Vermehrbarkeit der Fruchtbäume aufmerksam gemacht hat, und daß die Obstkultur überall dem eigentlichen Feldbau vorausgegangen ist.

. . . . das Vorbild, Samen zu streu'n und Bäume zu pflanzen,
War anfangs die Natur, der Dinge Schöpferin selber.
Beeren und Eicheln fielen herab und unten entsproßten
Schwärme von junger Brut in der kommenden passenden Jahrzeit.
Drauf versuchte man auch in den Ast zu senken den Sprößling,
Und auf die Felder umher, das junge Geschosse zu pflanzen.

Lucrez.

Ich halte es für ebenso verkehrt, unsere Kulturgewächse allgemein aus Asien herzuleiten, wie es mit den Hausthieren geschehen ist; jedes Land wird zu diesem Hausschatz sein Scherflein beigetragen haben, und ohne Zweifel wird auch Europa dem Morgenlande nach seinen Kräften zurückerstattet haben, was es von ihm empfangen. Hat uns doch in späten Zeiten Amerika für das Pferd und andre unschätzbare Gaben die nicht weniger werthvolle Kartoffel geliefert. Zuletzt wird es unendlich schwierig, die Urheimath gewisser Kulturpflanzen auszumitteln, und nichts ist gefährlicher, als hierbei den Zeugnissen von Schriftstellern zu vertrauen, die nicht zugleich Naturkundige waren. Beginnen doch neuerdings sogar Autoren, die in der Pflanzengeographie nicht bewandert sind, die Einführung der in den Mittelmeerländern verwilderten Agaven und Cactusfeigen aus Mexiko in gelinde Zweifel zu ziehen! Die Bodenbearbeitung begann wahrscheinlich überall mit einer Art von natürlicher Hacke, einen Baumast mit gestutztem Zweige, um den Boden zu lockern, und aus sehr alter Zeit findet man sowohl in Nordamerika wie im nördlichen Europa Ueberreste von tief angelegten Ackerfurchen, um dem Wasser auf

feuchtem Terrain bessern Abfluß zu geben, und in Südschweden schreibt die Volksmeinung die Anlage dieser Hochäcker den sogenannten Hackern zu, deren Pflug jene primitive Hacke war.

Die Bewohner der Pfahlbauten gewannen auf ihren Feldern mehrere Weizen- und Gerstenarten, Hirse und Erbsen; sie sammelten Aepfel, Pflaumen, Haselnüsse, Bucheckern, Himbeeren, Brombeeren und einige andere wildwachsende Beeren ein, aus denen sie vielleicht durch Gährung berauschende Getränke zu bereiten wußten. Der Weizen und der Hirse wurden auf ähnlichen Mahlsteinen oder Handmühlen, wie man sie schon in älteren Niederlassungen der Menschen gefunden hat, gemahlen, um Brot daraus zu backen, während die Gerstenkörner wahrscheinlich geröstet genossen wurden. Roggen hat sich in den Ansiedlungen noch nicht gefunden und Hafer fehlt wenigstens in denjenigen der Steinzeit. Ebenso fehlt Hanf, während der Anbau des Flachses früh ein sehr ansehnlicher gewesen sein muß. An die Stelle des Thierfells war jetzt fast überall das selbstgefertigte leinene Gewand getreten, und die zahlreichen Gespinnstproben, welche man aus den Pfahlresten ans Licht gebracht hat, zeigen, daß man es in der Erzeugung mannigfacher Muster bereits ziemlich weit gebracht hatte. Daß die Bewohner diese Gewebe selbst verfertigten, beweisen die zahlreich selbst in den ältesten Kulturschichten der Pfahlmoore vorkommenden Spinnwirtel, schwere thönerne Ringe, welche die Garnsträhnen am Webstuhl straff zu erhalten bestimmt waren. Man kann in diesen durch unendliche Zeiträume bewohnten, nach Bränden und sonstigem Untergang neu aufgebauten Ansiedlungen die Kultur gleichsam schichtenweise wachsen sehen. Die Steinwerkzeuge zeigen allmählig eine sorgfältigere Arbeit und zum Theil sind sie polirt, die Thongeräthe nehmen schmuckere Formen an, Alles deutet auf eine stetige, wenn auch langsame Erhöhung der Wohllebigkeit in diesen Wasserdörfern. Nach und nach werden dann Spuren einer Berührung mit weiter vorwärts geschrittenen Völkern merklich. Der Pfahlbauer der schweizer und italienischen Seen führte offenbar ein verborgenes Dasein, wie noch heut der Schweizer zwischen seinen Bergen. Aber draußen in der offenen weiten Welt, im Orient und im Süden des vielgegliederten Europa, da wo weit ins Meer hinausragende Halbinseln den Menschen Muth gemacht, hinauszusegeln und andre Völker zu besuchen, da war man weit vorwärts gekommen. Man hatte die Erzbereitung erfunden, und eines Tages brachten die Kaufleute aus dem Süden, welche die Pässe zu den verborgenen Alpenseen kannten, neben dem edlen Steinaxt-Material, welches sie den feuersteinarmeren Gegenden zuführten, Waffen und Geräthe aus einer goldschimmernden schweren Masse mit, deren Vorzüge vor den Stein- und Horn-Werkzeugen so hervorleuchtend waren, daß der schlaue Händler vielleicht eine Kuh für eine Axt und ein Schwein für ein Messerchen fordern durfte. Langsam — wir können es verfolgen, — trat der Pfahlbewohner in die Bronzezeit ein, denn das neue Werkzeug wurde ihm wohl

nicht so billig zugänglich gemacht, wie einigen fernen Inselvölkern der Neuzeit die Stahlwaaren, so daß sie sofort mißachtend ihre bisherigen Steingeräthe bei Seite werfen konnten, und noch geraume Zeit diente in den Pfahlbauten das Steinwerkzeug neben dem bronzenen fort, um ihm endlich ganz die Herrschaft zu überlassen, bis dieses seinerseits dem Eisen weichen mußte. Wann diese Bronzezeit für das mittlere und nördliche Europa beginnt, ist schwer nachzuweisen, jedenfalls fällt die erste Bekanntschaft mit demselben lange vor unsre Zeitrechnung. Als die alten Perser, Griechen und Römer zuerst mit nördlicheren europäischen Völkerschaften ins Handgemenge kamen, fanden sie dieselben bereits mit Bronzewaffen versehen. Viel weiter zurück mag der Beginn der Bronzezeit noch für die Länder der ältesten Kultur liegen, denn selbst der Gebrauch des in der Regel erst später in allgemeine Benutzung gekommenen Eisens geht bei ihnen der geschichtlichen Ueberlieferung voraus.

Die Kenntniß der Metalle beginnt überall mit der Verarbeitung der wenigen, die im gediegenen Zustande in der Natur vorkommen und als bildsame, hämmerbare Steine erkannt wurden. Gold ist deshalb in der ältesten Steinzeit überall bekannt gewesen, obwohl sein spärliches Vorkommen nur zur Verwendung als Schmuckmaterial führen konnte. In Nordamerika, wo gediegenes Kupfer am „Obern See" in großen Massen sich findet, gab dasselbe sehr früh Anlaß, daraus gefertigte Werkzeuge statt der steinernen zu benützen, und die Steinzeit scheint daselbst bald genug von einer „Kupferzeit" abgelöst worden zu sein. Jedoch läßt sich das Kupfer nur sehr schlecht durch Guß in die gewünschte Form bringen, und diese Geräthe mußten deshalb durch Kalthämmern dargestellt werden. Auch in Europa und Asien hat man hier und da auf sehr alten Kulturstätten kupferne Werkzeuge und Geräthe angetroffen, z. B. in Ungarn und auf der Insel Santorin. Allein das Kupfer war, für sich angewendet, zu weich, um das Steingeräth zu ersetzen, erst der glückliche Finder, welcher das Kupfer mit dem Zinn in Verbindung brachte, schenkte der Welt ein hartes Material, welches sich leicht in jede beliebige Form gießen ließ, und half damit mehr als irgend Jemand nach ihm einem „lange gefühlten Bedürfniß" ab. Man bereitete diese Bronze, wie zahlreiche Analysen uralter etruskischer, griechischer und japanischer Gegenstände gezeigt haben, wahrscheinlich durch gemeinschaftliches Ausschmelzen der Roherze und nicht durch Zusammenschmelzen der Metalle im reineren Zustande. Uebrigens scheint nicht an allen Orten die Erfindung der Bronze der Gewinnung des Eisens voraufgegangen zu sein; in Gegenden, wo man leicht ausbringbare Eisenerze fand, ging auch wohl die Kenntniß des Eisens voraus, und es erscheint daher richtiger, nicht von einer besonderen Bronze- und Eisenzeit, sondern einfach von der Metallzeit im Gegensatze zu der Steinzeit zu sprechen.

Die Erfindung des Schießpulvers, der Buchdruckerei und der Telegraphie haben die Menschheit nicht so verändern können, als die Entdeckung der

Metalle; mit ihrem Besitz endigt die Wildheit erst, und aus dem Naturmenschen wird ein Kulturmensch. Unsere mittel- und nordeuropäischen Völker haben ohne Frage die ersten Bronzegegenstände von Phöniciern und anderen seefahrenden Völkern empfangen, die, an unsern Küsten landend, dafür das geschätzte Zinn an Englands Küste und den kostbaren Bernstein eintauschten. Aber bald eigneten die Käufer sich das Verfahren des Bronzegusses selber an, wie zahlreiche bei uns gefundene Gußformen aus jenen Zeiten beweisen. Anfangs die südlichen Formen der Geräthe und Schmucksachen nachahmend, gewann das Kunstgewerbe schließlich auch bei ihnen einen, wenn auch bescheidenen, Aufschwung. Solche Kunsthandwerker im Bronzeguß scheinen auch in Pfahlbauten gewohnt oder doch Waarenlager gehabt zu haben, denn in einzelnen derselben, die, wie so viele dieser Holzwohnungen, durch Feuer untergegangen sind, hat man derartige Gegenstände in viel größerer Zahl und Neuheit gefunden, als sie in einem gewöhnlichen Haushalte irgend vorhanden gewesen sein könnten. Möglich aber auch, daß dies der Wassergottheit gewidmete Weihgaben, Beutestücke u. s. w. waren, die nach lange erhaltener Sitte der Gottheit der Tiefe gewidmet wurden, um sie zu versöhnen.

Die große Bedeutung der Metallfindung und Bearbeitung für den Kulturfortschritt malte sich in einer besonderen Metallreligion, deren Spuren sich fast überall finden und nach welcher ein kunstreicher Schmied als Weltenschöpfer und Inbegriff aller Kunstfertigkeit und Weisheit gefeiert wird. Ueberall mit den Personifikationen der metallurgischen Künste und der verschiedenen Metallarbeiten umgeben, — Twachtri mit seinen Rhibavas bei den Indern, Phthas mit den Kabiren in Aegypten, Sydyk mit den Patäken bei den Phöniciern, Hephästos mit den Telchinen, Kureten und Daktylen bei den Griechen, Mimir oder Wieland mit den Zwergen und Kobolden bei den Germanen — erscheint dieser göttliche Schmied als die Fortbildung einer älteren Feuergottheit, später selber entthront und aus dem Himmel geworfen durch ein jüngeres Göttergeschlecht. Man schreibt diesem Vorfalle zu, daß er überall hinkend dargestellt wird, aber wahrscheinlich rührt dieser weitverbreitete Zug vielmehr daher, daß in den Zeiten, wo jeder kräftige Mann sich der Jagd und dem Kampfe widmete, verkrüppelte oder verwundete Personen sich dem Kunsthandwerk der Waffen-Erzeugung und Verzierung zuwendeten. Bei ihnen suchte man damals alles höheres Wissen und Können, sie galten als Zauberer, Aerzte und Priester zugleich. Bei dem weisen Mimir erholt sich selbst Odin Rath und Hephästos fördert sinnreich mit seinem Hammerschlag die Göttin des Kampfes und der Wissenschaft zum Lichte, um mit ihr das dädalische Geschlecht der Mechaniker zu erzeugen.

In Europa ist die Einführung der Bronze fast überall der des Eisens voraufgegangen und hat darum die wichtigere Kulturmission erfüllt. Ab und an hat in allen Ländern Meteoreisen zur Anfertigung „vom Himmel gefallener Waffen", denen man die wunderbarsten Kräfte zuschrieb, dienen

können, aber vereinzelt, wie sein Vorkommen, mußte damals auch seine Anwendung bleiben. Homer und Hesiod lebten noch halb in der Bronzezeit, denn alles Geräth bestand damals aus Bronze und das Eisen wurde eben nur zu Schwerterklingen und Messerschneiden verarbeitet. Zwar lernte man bald die Ausscheidung dieses wichtigen Metalles aus seinen Erzen, und das norische Eisen erwarb sich früh europäischen Ruf. Allein die Verdrängung der Bronze durch das bessere Metall erforderte doch Jahrhunderte, und dies genügt, um den neuerdings aufgekommenen Lehrsatz, als habe die Bronze gar nicht epochemachend gewirkt, zu widerlegen. In Europa war das Eisen, wie alle alten Schriftsteller bezeugen, das spätere und seltnere Metall, und trat als bloßes Waffenmaterial in die von der Bronze erschaffene Kultur ein. Darum heißt auch ferrum bei den Römern ebensowohl Eisen als Schwert und Waffe überhaupt. Ja, bei den religiösen Ceremonien, welche schneidende Werkzeuge erforderten, wurden noch in später Eisenzeit Bronzemesser und sogar Steinbeile zum Beweise des früheren Gebrauchs derselben verwendet. Im Uebrigen zeigt schon der Umstand, daß die mittelamerikanischen Kulturvölker ohne Eisen zu einer vergleichsweise hohen Kulturstufe vorgedrungen waren, wieviel mehr Gewicht zu legen ist auf die Kenntniß der Metalle überhaupt, als des Eisens im Besondern. Die wahre echte Eisenzeit — die man zum Unterschiede die Stahlzeit nennen möchte — hat erst seit fünfzig Jahren begonnen, denn erst seitdem man in eisernen Häusern wohnt, auf eisernen Fahrzeugen und Bahnen fährt und fast alle Handarbeit eisernen Maschinen aufgebürdet hat, kann im vollsten Sinne von einer Eisenzeit geredet werden. Stein, Bronze und Eisen, das sind die drei Charakterstoffe, welche den Fortschritt der Menschheit symbolisch bezeichnen, nach deren Funden die ältesten Spuren des Menschen chronologisch gesichtet, seine Allgemeinschicksale, Wanderungen und Kriege gedeutet werden. Doch darf man niemals vergessen, daß solche Namen, wie Steinzeit, Bronzealter, Eisenzeit, Epochen bezeichnen, die bei den verschiedenen Stämmen gleichzeitig nebeneinander hergingen, d. h. die einen Völker verharrten noch in der Steinzeit, nachdem viele andre schon längst in die Kupfer-, Bronze-, Eisen- und Stahlzeit eingetreten waren, wie ja noch heutzutage einzelne wilde Völkerschaften in Zuständen leben, die man mit Recht als solche der Steinzeit bezeichnen kann.

Dem eisernen Zeitalter, in welchem wir uns befinden, ist also nicht, wie die alten Poeten träumten, ein silbernes und goldenes voraufgegangen, die Jugendzeit des Menschen war keine Zeit des ungetrübten Glückes. Im Gegentheil, die älteren Zeiten waren im bildlichen Sinne noch eiserner und im Großen und Ganzen ist das Leben leichter und gehaltreicher, aber nicht mühsamer und schlechter geworden. Auch die Bemühungen der vorzeitlichen Völker, sich feste und uneinnehmbare Wohnplätze zu schaffen, deuten darauf hin, daß das „goldene Zeitalter" nur ein Traum ist. Wir können hier nur mit wenigen Worten der cyclopischen Bauten alteuropäischer, asiatischer und

amerikanischer Völker gedenken, die aus großen Quadern vielfach ohne jede Spur von Mörtel zusammengefügt wurden, wie die Nuraghis Sardiniens, die Burgen Schottlands und die sogenannten verglasten Burgen Englands und Deutschlands, Steinwälle, die man durch intensive Gluth und angehende, von der Holzasche unterstützte Schmelzung äußerlich fest zu verkitten wußte. Die gleich Festungen auf natürlichen oder künstlichen Boden-Erhöhungen angelegten Wohnungen der nordamerikanischen „Moundbuilders" sind in demselben Sinne Seitenstücke der italienischen Terramaren und irischen Crannogs, wie die in Höhlungen steiler unzugänglicher Felsen angelegten Wohnungen der Pueblas oder Cliff-Dwellers in Colorado Seitenstücke unsrer mittelalterlichen Burgbauten sind.

Auch hier können wir alle Diejenigen, welche den aus vorhistorischen Zeiten stammenden Funden kein rechtes Vertrauen entgegenbringen, auf die Erfahrungen unsrer Zeit verweisen. Ueberall, wo die Reisenden im fernen Westen, in Afrika und in der Inselwelt Australiens ein Volk antreffen oder angetroffen haben, welches von der abendländischen Kultur unberührt geblieben war, da fanden sie es niemals in einem goldenen oder silbernen Zeitalter, sondern am häufigsten in demjenigen der rohen oder polirten Stein- und Knochenwerkzeuge, und konnten bei ihnen die Geschicklichkeit einzelner Personen in der Herstellung derselben und die oft grausamen Sitten des Steinmenschen im Allgemeinen studiren. In Mexiko fanden sie das Bronze-Alter mit seiner noch nicht über die Fratze gediehenen Verzierungskunst im vollen Leben und anderwärts hat man z. B. bei Negerstämmen ein beginnendes Eisenalter nachweisen können. Im Grönländer fand man einen guten Theil des alten Renthiermenschen erhalten, im halbthierischen Bewohner der Küsten Feuerlands den Menschen, welcher die Kjökken-Möddings an den Ufern des baltischen Meeres aufhäufte, wie er leibt und lebt. Pfahlbauten endlich hat man beinahe in allen Ländern getroffen, die von der höheren Kultur noch nicht beleckt sind, und so lassen also auch die einzelnen Kulturstufen sich noch in der Gegenwart nachweisen, um uns zu zeigen, daß die Gesetze der Vorzeit auch jetzt noch giltig sind.

XIX.

Die Entwicklung des Schriftthums.

Wäre die Erde nun nicht, noch der Himmel neueren Ursprungs,
Sondern von Ewigkeit her, warum sang keiner der Dichter
Vor dem thebanischen Krieg und noch vor dem Brande von Troja,
Andre Geschichten und Thaten? Wohin ist immer versunken
Jener gegründete Ruhm so vieler Helden und Männer?
Blieb kein Denkmal übrig?

(Lucrez V., 323.)

Es giebt kaum eine Bezeichnung in der neueren Kulturgeschichte, welche allgemeiner gebraucht würde, als diejenige des „vorgeschichtlichen" Menschen. Aber, so müssen wir uns fragen, giebt es denn überhaupt einen geschichtslosen Menschen, werden die Menschen nicht bereits lange vor der Eisenzeit ihre Ueberlieferungen gehabt haben, enthält dieses Wort nicht einen greifbaren Widersinn? Rechtfertigt die Gewissenhaftigkeit, mit der der Mensch von der Vorzeit gelernt hat, nicht von Anbeginn jenen Titel, den ihm der geistvolle Quinet beilegte, indem er ihn das Geschichtsthier nannte? War er nicht zu allen Zeiten jenes einzige Wesen, welches sich seiner Veränderung in der Zeit bewußt wird und dessen philosophische Charakteristik daher im Gegensatze zu der des Thieres lautet: „Ein Anderer zu jeder Zeit, wechselt er Sprache, Lebensart, Sitten und Künste; er allein ist es, welcher eine Geschichte besitzt und erfüllt."

Gewiß hat es eine Zeit gegeben, in welcher nur der Lebende galt und sich in der höchsten Rücksichtslosigkeit geltend zu machen suchte, in der die Menschen dahinschwanden, wie die Thiere, Sterben und Vergessensein in Eins zusammenfiel. Aber diese Zeit ist wohl nur eine kurze gewesen, denn unter den ältesten Spuren, welche der Urmensch in Europa zurückgelassen hat, finden wir den Beweis, daß die geschichtliche Erinnerung bereits in seine Brust eingetreten war, in der steigenden Pietät gegen die Dahingegangenen. Sogar der Höhlenmensch schon beraubt sich des hinteren Theiles seiner ohnehin

nicht sehr geräumigen Wohnung, um dort seine Todten mit ihrem kostbarsten Eigenthume, ihren Waffen, zu bestatten, und der schwere Stein, mit welchem er die Gruft verschloß und den geschichtslosen Bestien den Zugang wehrte, ermöglichte es allein seinen späteren Nachkommen, einen Blick in sein Gemüthsleben zu thun. Und je weiter wir der Entwicklung dieses Gefühles folgen, um so mehr sehen wir die Beigaben (in unseren Augen) an Werth zunehmen; der unschätzbarste Schmuck wird schließlich mit dem Todten begraben, und das scheint so fortgegangen zu sein, bis das römische Gesetz verbot, dem Todten Werthstücke ins Grab mitzugeben. Es war gut, daß jenes Verbot nicht früher kam, denn auf den Gräberfunden beruht ein nicht geringer Theil dessen, was wir über den Urmenschen in Erfahrung zu bringen vermögen.

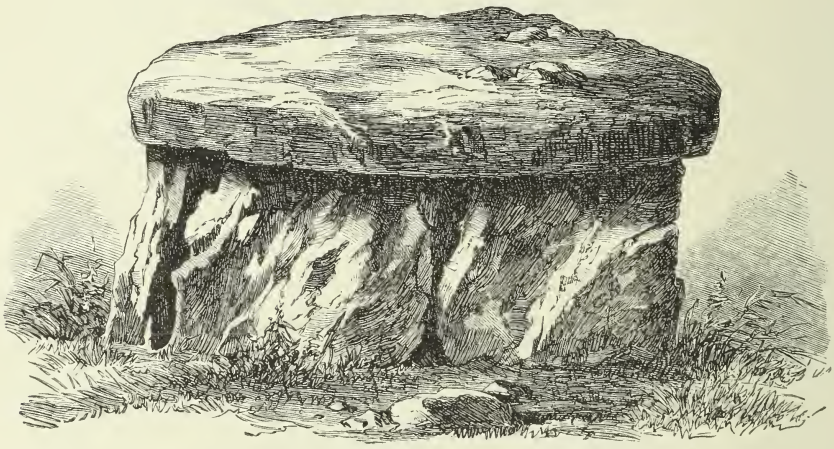


Fig. 416.
Dolmen aus Palästina.

Daß die sich in diesen Grabbefunden offenbarende Pietät gegen Eltern, Geschwister und Stammesgenossen der Anfang der Geschichte ist, kann einen Augenblick zweifelhaft erscheinen, aber die Sache wird schon deutlicher, wenn wir an das Grab eines Häuptlings oder eines besonders tapferen Mannes der Vorzeit treten. In einer Zeit, in der von Maschinen, um Lasten zu bewegen, keine Rede sein konnte, sehen wir über der Grabstätte schwere Steinmassen sich thürmen, so gewaltig, daß die guten Leute der früheren Jahrhunderte meinten, nur Riesen könnten sie zusammengefügt haben (Fig. 416). Welch' ein starker Sinn für das Historische bei Leuten, denen es nicht einfiel, zu ihrer Wohnung ebenso sichere Massen heranzuwälzen, die, wie noch die Pyramiden-Erbauer, nur für die Todten prachtvolle Wohnungen herrichteten und selber in Lehmhütten hausten! Aber wie ganz anders wird ein solches Steindenkmal zu dem Stammesangehörigen gesprochen haben, als zu uns, ihm durch Größe, Anordnung und Form der Steine mittheilend, was das für

ein Wohlthäter seines Geschlechtes gewesen sei, der darunter den ewigen Schlaf schläft, ein Held im Kriege, ein Weiser im Rath oder ein kluger Erfinder. Und was diese ältesten Schriftzeichen dem geschulten Blicke nicht unmittelbar kundeten, das ergänzte das Wort der Greise, und da hieß es dann wohl von einem mächtig gethürmten Grabe, in dem die nach Schätzen gierige Nachwelt nichts als einige plumpe Gußformen fand: Hier schläft unser größter Wohlthäter, der uns zeigte, wie man aus Steinen härtere und schärfere Waffen gießt, als wir sonst aus Stein schlugen, kaum brauchbar, den Baum zu fällen und das Thier zu erlegen, und von einem Andern: Dort liegt der fremde göttliche Mann, der unserem Stamme lehrte, den Samen in den Boden zu streuen und im bösen Winter den Hunger zu vermeiden.

Steinmassen als historische Merkzeichen, die Verkörperung des Spruches: „wenn Menschen schweigen, werden Steine reden", dieser in unserer Zeit der

Fig. 417.
Hünenbett von der Insel Man.

Denkmäler zu höchstem Glanze entwickelte Gebrauch der grauesten Vorzeit dürfte wohl das erste Aufblitzen der Idee genannt werden, sicht- und greifbare Zeichen als Hilfsmittel des Gedächtnisses zu benützen. Wir gebrauchen den Stein nur noch als den hochaufragenden, unverrückbaren Träger der Schrift, aber ehemals, bei den Steinkreise (Cromlechs), Steintische (Dolmen) und Steinsäulen (Menhirs) aufrichtenden geschichtslosen Völkern war der Stein selbst Schriftzeichen, und bei den Khasia's, einem Volke Ostindiens, dauert dieser Brauch in alter Weise bis heute fort. Eine Zeit hindurch hat man geglaubt, daß diese sogenannten megalithischen Denkmale einem bestimmten Volke, und zwar den Kelten zuzuschreiben seien, die nach den einen aus Indien kommend, durch Syrien und Palästina, dann längs der Nordküste Afrikas, nach Spanien, Frankreich, England, nach Deutschland und Skandinavien, nach andern in umgekehrter Richtung gezogen seien, überall in der Aufrichtung kolossaler Steindenkmale Spuren ihres Daseins zurücklassend. Allein eine genauere Untersuchung zeigt, daß die Bewältigung gewaltiger Steinmassen und Aufthürmung derselben als Malzeichen, einer bestimmten, der Erfindung der Schrift vorausgehenden

Kulturstufe entspricht, welche durch die in der Nähe solcher Denkmale gemachten Ausgrabungen, als von der Zeit der polirten Steinwerkzeuge (neolithische Epoche) bis tief in die Bronzezeit hineinreichend, charakterisirt wird. Sie finden sich darum in allen Ländern, in denen die Kultur ihrer Bewohner zu dem Wunsche fortgeschritten war, in der Erinnerung der Nachwelt fortzuleben. Einen Schritt weiter, — was hinderte, durch die Zahl der Blöcke die Jahre oder Siege eines Häuptlings zu bezeichnen, und wer weiß, ob die steinerne Umfriedigung der sogenannten Hünenbetten (siehe Fig. 417) nicht noch eine

Fig. 418.
Grabhügel von Odin, Thor und Freya bei Upsala.

andere Bedeutung, als die der bloßen Abgrenzung hatte. Jedenfalls sollten es Erinnerungsmale, Denksteine für die Nachkommen sein, der erste Versuch, durch äußere Zeichen das Gedächtniß der Thaten eines Menschen über sein Grab hinaus zu erhalten. Dabei scheinen gewisse eingeschliffene Vertiefungen, die man in Gesellschaft von Rillen und Kreisen nicht selten auf solchen megalithischen Denkmalen, z. B. auf dem Baldurstein bei Falköping trifft, nicht absichtslos zu sein, obwohl bisher alle Bemühungen gescheitert sind, den Sinn der eingeschliffenen, anscheinend regellos zerstreueten Vertiefungen dieser sogenannten Näpfchen- oder Schalensteine zu entziffern. Jene Absicht die Aufmerksamkeit der Nachwelt zu erregen, wurde in einem andern Sinne nicht ganz verfehlt, denn diese äußeren Malsteine machen uns die unterirdischen Archive kenntlich, denen Einiges für die Geschichte des vorgeschichtlichen Menschen zu entnehmen ist. Durch ungeheure Anstrengungen hat man uns

sogar die Stellen bezeichnet, unter denen die mächtigsten und berühmtesten Helden ruhen, und wo die wichtigsten Funde zu machen sind, freilich wohl nicht in der Absicht, die Wißbegier oder Habsucht später Enkel zu reizen. Ueber manche Gräber hat man solche Berge von Erde gehäuft, daß der gemeine Mann kaum mehr glauben mag, daß darunter gewöhnliche Menschen die ewige Ruhe gefunden haben, sondern, daß darunter die Götter selbst schlafen, wie in den Grabhügeln bei Upsala (Fig. 418).

Aber es galt nicht blos die Grabstätten berühmter Verstorbener zu bezeichnen, sondern auch Erinnerungsmale an für den Stamm wichtige Ereignisse, großartige Kämpfe, folgenschwere Bündnisse u. s. w. aufzurichten. Die Denkmale von Karnac, wo tausende erratischer Blöcke reihenweise aufgerichtet, ein weites Feld bedecken, und ähnliche derartiger Steinsetzungen bezeichnen sicher nicht blos weite Friedhöfe, sondern Wendepunkte in der Entwicklung solcher Stämme. Freilich knüpft unmittelbar an das Grab der Begriff der Kultusstätte, und der Grabstein, an welchem der Opferschmaus gehalten wurde, war gewissermaßen ein erster Altar, zu dem man, Todtenopfer bringend, hinpilgerte, wie wir dies bald weiter auszuführen haben werden. Daher können wir uns nicht wundern, solche megalithische Denkmale, wie das in Figur 416 dargestellte, von der Nachwelt als Druiden-Altäre und Opfersteine, und die eingeschliffenen Näpfchen und Rillen als Blutrinnen gedeutet zu sehen. Offenbare Kultusstätten solcher Völker stellen die großartigen Steinkreise von Abury und Stonehenge in Wiltshire (England) dar. Daß sich in der Nähe derselben zahlreiche Grabstätten befinden, entspricht dem altchristlichen Gebrauche des Begräbnisses innerhalb oder im nächsten Umkreise der Kirchen.

Aber auch das alltägliche Leben erforderte seine Merkzeichen, denn fortwährend gab es zwischen Nachbarn und Stammesgenossen Zahlen und Dinge zu merken, und sie dem nicht immer zuverlässigen Gedächtniß zum Trotz, äußerlich zu fixiren. Die Zahl geborgter Waffenstücke, Hausthiere u. dergl. konnte durch Knoten, die man in eine Schnur knüpfte, durch Zähne und Muschelschalen, die man durchbohrt auf eine Darmsaite reihete, vor dem Vergessen geschützt werden. Solche Knoten u. s. w. galten dann als unverletzlich und heilig wie die Malsteine der Gräber, sie waren tabu, wie die Wilden sagen, und eben daher ist wohl später die fast bei allen Völkern der Welt gebliebene Ansicht von den geheimnißvollen Kräften geknüpfter Knoten entstanden. Gewiß galt die Anschauung, daß, wer in solches Dokument unbefugt und einseitig einen neuen Knoten knüpfe, den schlimmsten Strafen verfalle, und wie die Kerbhölzer bis vor Kurzem in England als Steuerbeläge galten, so haben sich in Europa Spuren der gerichtlichen Beweiskraft geknüpfter Knoten bis ins Mittelalter erhalten. In Peru aber und anderen amerikanischen Kulturstaaten hatte sich das Knotenknüpfen zu einer wirklichen Schriftweise entwickelt, in welcher geschichtliche Ueberlieferungen vollkommen entzifferbar für den Eingeweihten niedergelegt worden sind. Die Hirten im peruanischen Hoch-

lande bedienen sich noch jetzt der Knotenschnüre oder Quipus zur Bezeichnung ihres Viehstandes, und bei diesen Zahlenangaben verfährt man so, daß ein einfacher Knoten zehn, zwei nebeneinander zwanzig, ein Doppelknoten hundert, ein dreifacher tausend bezeichnet. Zur Aufzeichnung historischer Ereignisse bediente man sich eines komplicirten Knotensystems aus farbigen Schnüren, bei denen die rothen mit ihren Knoten auf Kriegsereignisse, die gelben auf Metallschätze, die grünen auf Ackerbau u. s. w. Bezug hatten. Der hier als Beispiel (Fig. 419) abgebildete Quipu gehört zu den einfacheren und ist unweit der Ruinen des Pachacama-Tempels gefunden.

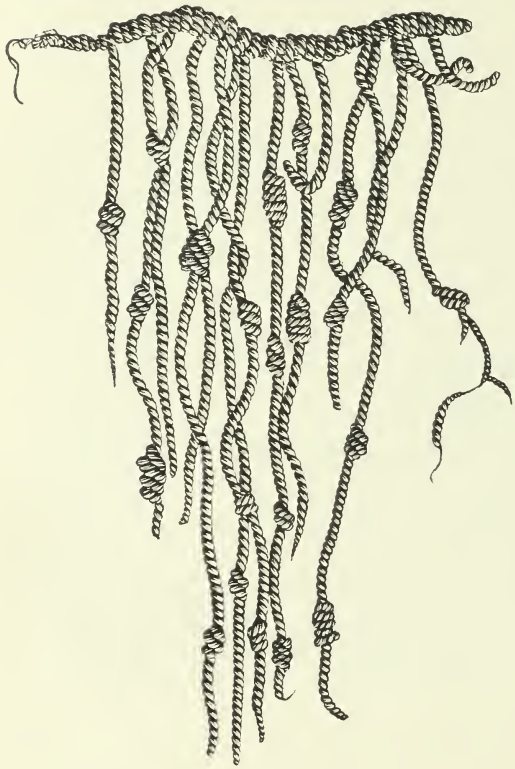


Fig. 419.
Peruanischer Quipu.

Schon ein klein wenig begreiflicher als die Knotenstränge der Peruaner erscheinen uns die Wampungürtel der Indianer Nordamerika's, rosenkranzartig aufgereihete, durchbohrte, meist verschiedenfarbige Muscheln und Steine, aus deren bunter Reihenfolge geübte Wampunkundige die Geschichte ganzer Feldzüge, Verträge u. s. w. mit Geläufigkeit entziffern und in den Volksversammlungen vortragen. Vielleicht gehörten schon die durchbohrten Zähne und Muschelschalen der Steinzeit zu derartigen Erinnerungsmitteln der Urvölker. Die weiter fortgeschrittenen Indianer wußten für diese Zwecke farbige Thonperlen zu verfertigen, die, auf Lederstreifen aufgereihet, einer Schönschrift zu vergleichen waren. Zu diesen redenden Perlschnüren gehört unter andern der berühmte, jetzt zu Philadelphia aufbewahrte Wampungürtel, den die Lenni Lenape Sachem's dem Gründer Pensylvaniens bei dem großen Vertrage von 1682 unter der Ulme von Shachamox überreichten. Er besteht aus achtzehn ledernen Wampunstreifen, die zusammen einen drittehalb Zoll breiten und achtundzwanzig Zoll langen Gürtel bilden, auf dem fünf Muster von violetten Perlen auf weißem Grunde hervortreten. Wohl Niemand kann heute den Inhalt mehr entziffern, nur das Mittelbild, auf welchem ein Weißer (William Penn)

die Hand einer Rothhaut (Sachem's) ergreift, spricht noch zu uns. Aehnliche Perlen, die man in verschiedenen amerikanischen Grabhügeln fand, gehörten wahrscheinlich ebenfalls zu derartigen Gürteln und sollten der Nachwelt Zeugniß von den Tugenden und Thaten des Verstorbenen ablegen, vergleichbar einer Goldbuchstabenschrift auf dem Sarge, deren Lettern später einzeln aus ihrer Reihenfolge gerissen und nicht mehr zu uns sprechend, ausgegraben werden.

Man sieht also, die Wampunschrift geht in eine Zeichen- und Bilderschrift über, wie eine solche von dem Wunsche, bei den Nachkommen ein Andenken zu wecken und in seinen Thaten unvergessen zu bleiben, von fast allen fortgeschritteneren Völkern und an den verschiedensten Orten der Erde erfunden wurde. In Europa trifft man derartige älteste Bilderschriften in Schweden, namentlich in dem Bohusland genannten rauhen Striche, nahe der norwegischen Grenze im Süden. Hoch über dem jetzigen Wasserstande der Seen und Flüsse erblickt man an den Wänden der felsigen Ufer die Bilder zahlreicher, theils mit bewaffneten Männern bemannter, theils leerer, sogenannter Drachenschiffe; dann jagende Menschen, Thiere, Waffenbilder und andere Zeichen, alle für den ersten Blick scheinbar regellos durcheinandergewirrt (Fig. 420). Aber wenn man genauer prüft, so findet man bald, daß diese mühsam eingeritzten Felsenbilder einen bestimmten Gedanken ausdrücken sollten. Auf einigen Schiffen stehen die Männer und unter ihnen eine Riesenfigur, die ohne Zweifel den Führer des Zuges darstellen soll, sämmtlich drohend oder triumphirend und die Schwerter emporhaltend. Auf der andern Seite sieht man hingegen leere oder gar umgestürzte Schiffe, stürzende und in Gefangenschaft geführte Menschen. Jedenfalls war es der Sieger, der hierdurch seine Thaten den Nachkommen mittheilen wollte, aber wir verstehen höchstens den allgemeinen Inhalt, nicht die Nebenzeichen, die vielleicht genauere Angaben enthielten. Nur soviel hat man aus der

Fig. 420.
Felsenschrift zu Bohuslän (Quille Härad).

Form der Waffen, Schiffe u. s. w. herausgelesen, daß diese schwedischen Felsenbilder meistens der Bronzezeit angehören. Auf dem sogenannten Kiwikmonument in Schonen entzifferte Professor Nilsson eine ganze Kampf- und Streitgeschichte, die mit einem Opferfeste abschließt, bei welchem, wahrscheinlich zu Ehren eines auf Seite der Sieger gefallenen Anführers, schließlich die Kriegsgefangenen zum Opfersteine geführt werden.

Verständlicher, weil deutlicher in ihren Nebenzeichen, sind die Schriftgemälde, in denen die Indianer Nordamerika's Erinnerungsbilder ihrer Wanderungen, Eroberungszüge, Schlachten und Verträge auf Felswänden und Bäumen zu entwerfen gewohnt sind. Ein Andreaskreuz (X), dessen beide oberen Schenkel durch einen Querstrich verbunden sind, bedeutet einen Menschen, lebend, wenn ein kleiner Kreis darüber steht, getödtet, wenn dieser fehlt. Durch Wiederholungen solcher Figuren wurde die Zahl der zu einem Zuge vereinigten Personen ausgedrückt, Fußstapfen oder unter einem kleinen Bogen vereinigte Sonnenbilder sollten die Zahl der Tagereisen, ein Pfeil, gerade wie auf unseren Wind- und Strömungskarten, die Richtung ihres Zuges angeben. Den Personen zugesellte Thierbilder sollten vermuthlich nach Art unserer Wappen die Namen der verschiedenen Stämme, ein Kahn Fluß- oder See-Uebergänge, roth angemalte Theile der Menschenbilder Verwundungen, eine Pfeife den Abschluß des Friedens anzeigen u. s. w.

Bei den Tolteken Mexiko's und den Südamerikanern waren nicht nur diese auf einen engen Gedankenkreis eingeschränkten Anfänge einer Bilderschrift bedeutend erweitert und ausgebildet worden, sondern ihre Kenntniß war, sowohl was Lesen als Schreiben anbetrifft, bei den Azteken zu einer förmlichen Staatswissenschaft geworden, in welcher in Mexiko Leute beiderlei Geschlechts unterrichtet wurden. Auch ward neben den Steintafeln und Baumstämmen längst aus Thierhäuten oder Pflanzenfasern ein künstlicher, leicht beweglicher Beschreibstoff erzeugt, auf welchem die Bildzeichen mit erstaunlicher Geschicklichkeit entworfen wurden. Wuttke, aus dessen sehr reichhaltigem Werke über die Entstehung und Umwandlung des Schriftthums mehrere der hier mitgetheilten Beispiele entnommen sind, schildert, wie der Bericht über die Landung des Hernandez Cortez (Ostern 1519) und sein Begehren sofort bildlich versinnlicht wurde. Während der Begegnung mit einem aztekischen Beamten gingen einige Maler umher, die mit großer Schnelligkeit auf zubereiteten baumwollenen Tüchern die Schiffe, Soldaten, Geschütze, Waffen, Pferde, kurz Alles, was ihnen bemerkenswerth erschien, aufnahmen und daraus mehrere Landschaften bildeten, die in Zeichnung und Farben nicht ohne Geschick waren. Einige hinzugesetzte Chiffern sollten ohne Zweifel zur näheren Erläuterung dienen. Als Cortez erfuhr, daß dieser „Bericht" an den Herrscher Montezuma abgehen sollte, ließ er, um ihnen einen Begriff von seiner Macht zu geben, seine Soldaten antreten, marschiren und die Geschütze abfeuern. Die Pinselgewandten zeichneten ohne Besinnen die geordneten

Schaaren, die trabenden Pferde, den Rauch und das Feuer des Geschützes, das Erschrecken ihrer Landsleute u. s. w., wobei sie die Wirkung des Schusses, zum großen Erstaunen der Spanier, sofort durch einen hervorgeschleuderten Blitzstrahl versinnlichten. Die beistehende Figur (421) giebt ein Beispiel dieser Bilderschrift aus dem Museum von Mexiko. Man erblickt darauf einen als Centaur dargestellten Spanier (1), verschiedene Rüststücke (2, 3, 4), verschiedene in ihrem Blute liegende Indianer (5) und einen todten Weißen (7) zum Zeichen, daß auch die „Kinder der Sonne" sterblich wären, ferner

Fig. 421.
Mexikanische Schriftmalerei.

Cortez (6), der sich von knieenden Dienern bedienen läßt und von Indianern (8) Geschenke entgegennimmt. Die Reihe fortlaufender blauer Fußstapfen (9) scheint den Gang der Ereignisse andeuten zu sollen.

Man fand also dort in voller Lebendigkeit ein Seitenstück zu jener Bildschrift, deren sich die Egypter in ihren ältesten Zeiten bedient haben. Diese Bildschrift der verschiedenen Völker drückte aber nicht nur Gegenständliches aus, sondern sie war auch, abgesehen von den durch zusammengesetzte Gruppen versinnlichten Vorgängen, zum Ausdrucke abgeleiteter Begriffe gelangt. So bezeichnete bei den alten Egyptern der Himmel über einem Stern die Nacht, über einem andern Gegenstande ganz allgemein das Obere, das Herz die Mitte. Die Chinesen in ihrer ältern Bilderschrift bezeichneten z. B. durch zwei nebeneinandergestellte Quadrate (Häuser) die Nachbarschaft, durch ein schielendes Auge das Weiße, durch zwei Augen das Prüfen, durch ein Auge mit der Wasserlinie das Weinen, durch einen Mund neben einem Vogel das

Singen, durch ein Ohr neben einem geöffneten Thor das Hören u. s. w. Bei den Chinesen hat sich bekanntlich die Bildschrift durch Vermehrung und eine bis zur vollkommenen Unkenntlichkeit gegangene Schematisirung der einzelnen Bildzeichen zu einer Schriftart entwickelt, in welcher nicht nur Vorgänge im Allgemeinen dargestellt werden können, so daß man sie aus den Bildern herausdeutet, nach Art der Zeichendeuter, sondern in welcher eine in chinesischer Sprache gehaltene Rede, ein Roman, Gedicht u. s. w. Wort für Wort niedergeschrieben werden können, da auch für die grammatikalischen Verbindungsworte Zeichen vorhanden sind. Eine solche Wortschrift ist nur denkbar bei einer Sprache, die wie die chinesische, mit demselben Worte zugleich Namen, Eigenschaft und Thätigkeit eines Dinges ausdrückt und aus dem Sinn und der Wortstellung entnehmen läßt, ob das betreffende Bildzeichen als Haupt-, Eigenschafts- oder Zeitwort in dem gegebenen Falle zu verstehen sei. Die Mehrzahl der Personen und Sachen, die Fortdauer einer Handlung und die Steigerung des Eigenschaftswortes wird dabei allenfalls durch Wiederholung des Zeichens angedeutet. Obwohl die Lautsprache kaum mehr als ein halbes Tausend einsilbiger Worte besitzt, mußte eine unendlich größere Anzahl von Bildzeichen vereinbart werden, da manches dieser Worte durch Veränderung der Aussprache und Betonung eine mehr als zehnfache Bedeutung erhalten kann. So bezeichnet z. B. die einfache Silbe po bei ihnen nicht weniger als elf verschiedene Dinge und Begriffe. Jedes dieser beim Sprechen durch die Betonung unterschiedenen Worte erfordert aber ein verschiedenes Bildzeichen, und so stieg die Zahl der für den gewöhnlichen Verkehr und die Umgangs-Schriftsprache erforderlichen Zeichen, deren Kenntniß unumgänglich ist, auf mehrere Tausend. Man sieht, daß es sehr viel schwerer ist, in China lesen und schreiben zu lernen, als bei uns, und der Schüler braucht in der That ein mehrjähriges Studium dazu. Aber ein chinesischer Gelehrter muß seine dreißig bis vierzigtausend Bildzeichen im Kopfe haben, und für die Wissenschaften mit ihren Kunstausdrücken reichen auch diese nicht aus, und die Zahl derselben soll bereits ein Hunderttausend überschritten haben. Für das Verständniß der in seiner eigenen Muttersprache geschriebenen Bücher kann daher selbst der gebildete Leser umfangreicher Nachschlagebücher nicht entbehren, deren Gebrauch eine weitere Geschicklichkeit erfordert, da die Worte natürlich nicht alphabetisch geordnet sein können, sondern nach einem künstlichen, auf Anordnung und Zahl der Striche in jenen Bildern begründeten Systeme gereihet sind. Obwohl diese Schrift, soweit sie ungebräuchliche Zeichen ausschließt, gegenwärtig noch von fünfhundert Millionen Asiaten verstanden wird, die sich nicht mehr durch die Sprache verständlich machen könnten, stellt sie natürlich eine sehr niedrige, wenn auch in ihrer Art höchst ausgebildete Stufe der Schriftsprache dar, sie erinnert an in andern Kulturländern vor undenklichen Zeiten überwundene Kindheits-Epochen der Menschheit, und nur deshalb durften wir hier länger bei derselben verweilen.

Glücklicherweise hafteten aber nicht alle Völker mit einer gleichen Zähigkeit an dem Althergebrachten, wie die Chinesen. Diejenigen, welche weniger abgeschlossen, mit fremden Nationen in häufige Berührung traten, mußten wohl gelegentlich in die Nothwendigkeit versetzt werden, Orts- und Personennamen oder die ihnen unverständliche Rede eines Ausländers, so gut es gehen wollte, in ihrer Schrift auszudrücken, um sie einem Kundigen zur Entzifferung zu übermitteln. Wir haben eben erwähnt, daß die reine Bilderschrift sogar Stämmen verständlich sein kann, die eine andre Sprache reden, wenn dieselbe nur im allgemeinen Bau übereinstimmt und sie mit der Bedeutung der Wortbilder vertraut sind. Als z. B. im sechzehnten Jahrhundert ein Pater sich daran machte, den christlichen Katechismus in mexikanische Bilderschrift übersetzen zu lassen, da folgte der Schriftkundige dem Diktate, indem er die Worte: „Ich armer Sünder bekenne" durch einen vor einem Pater knieenden Indianer, „vor Gott, dem Allmächtigen" durch drei gekrönte Häupter, „und der Jungfrau Maria" durch ein leicht umrissenes Madonnenbild andeutete. Waren dies nur gleichsam mnemotechnische Erinnerungszeichen für Jemand, dem die Sache nicht mehr ganz fremd war, so mußte ein anderes Mittel gewählt werden, als man eine wirkliche Niederschrift des lateinischen Vaterunsers verlangte. Man ging jetzt zu einer Lautbezeichnung über, indem man die unverstandenen Klänge durch Bildzeichen ausdrückte, die gelesen einen ähnlichen Klang gaben, und zwar so, daß man nur Sylbe für Sylbe andeutete und die etwaigen Nachsylben der Zeichen unberücksichtigt ließ. Um also pater noster zu schreiben, malte man zuerst eine Fahne (pantli), darauf einen Stein (tetli), sodann eine Feigenfrucht (nochtli) und wieder den Stein. Diese vier Bilder, pa(ntli), te(tli), no(chtli), te(tli), mußten also durch ihre Anfangslaute pate note ausdrücken, was dem mexikanischen Ohre getreu genug geklungen haben mag. Wir sehen demnach hier die Anfänge einer Laut- oder Sylbenschrift durch das Verlangen angebahnt, eine fremde Sprache dem Klange nach niederzuschreiben.

Man kann aber auch in der eigenen Fortbildung einer jeden Sprache den Sporn erblicken, von der Bilderschrift später zur Lautschrift überzugehen. Wie wir in unsern altdeutschen Büchern die Sprache unsrer Vorfahren bis zur Unverständlichkeit festgehalten finden, so können wir denken, daß bei einer schnellen, durch politische Verhältnisse begünstigten Wandlung einer Sprache, die sich bisher nur der Bilderschrift bediente, der alte Laut zäher an dem Bilde gehaftet haben wird, als an dem Begriffe, daß man, um Beispiele aus unserer Sprache zu wählen, die entsprechenden Bilder noch immer lîp und hût las, während man längst Leib und Haut sprach. In der Priesterschrift der alten Aegypter finden wir die merkwürdigsten Uebergänge von der reinen ältern Bilderschrift zu einer Laut- und Sylbenschrift. Sie konnten sich, nachdem die Möglichkeit einer Lautschrift von ihnen erkannt war, nicht enthalten, die Vortheile derselben anzuerkennen, da sie der Vermehrung der Bildzeichen

in's Unendliche ein Ziel setzte, und z. B. erlaubte, mit alten Zeichen neue Worte zu schreiben, aber sie konnten sich andrerseits nicht zu einem gänzlichen Aufgeben des altehrwürdigen Verfahrens entschließen. So lag es z. B. nahe, das Wort arti, Milch, durch Verbindung der Bilder eines Auges (ar) und des Opferkuchens (ti) auszudrücken, allein wer stand dafür, daß der Leser das nicht mißverstehen würde? Statt nun ein einfaches allgemeines Zeichen zu erfinden, welches die sachlich zu verstehenden, von den lautlich angewendeten Sylbenzeichen unterschied, kam man auf die sonderbare Aushilfe sogenannter Warner, stummer Zusatzzeichen, welche den Begriff noch einmal bildlich ausdrückten, und fügte deshalb in unserm Beispiele den beiden Bildern noch dasjenige der Milchkanne hinzu. Für uns spricht natürlich eine fast komisch wirkende Naivetät aus dieser verdoppelten Mühe, mit der eine Vereinfachung angestrebt wurde.

Die von den Aegyptern am häufigsten als Lautbilder gebrauchten Zeichen waren einsylbige, vokalisch auslautende Worte, die zuletzt eine Art Sylben-Alphabet bildeten, z. B. ka Eckstein, lu Löwe, mu Nachteule, na Wasserlinie, ā(o) Arm, pu Fenster, ga, qua Korb, ro Mund, sa Garten, ta Tropfen u. s. w. Hätte man diese Lautsylben immer mehr und schließlich allein verwendet, so würden allerdings die Wandflächen der Gebäude durch die immerwährende Wiederkehr derselben an dekorativem Reiz eingebüßt haben, aber man würde dann bald auf eine sehr vereinfachte Schrift gekommen sein. Denn es lag nahe, bei diesen Lautbildern, die oft, wie die angeführten, nur einen Konsonanten und einen Vokal enthielten, den letzteren vorläufig zu vernachlässigen, und damit zu einer reinen Buchstabenschrift zu gelangen. Allem Anscheine nach haben die praktischen Phönizier, dieses rührige, vielgewandte Handelsvolk des Alterthums, jenen letzten Schritt, zu dem sich die Aegypter wahrscheinlich aus religiöser Scheu nicht entschließen konnten, gethan, und nachdem die ägyptischen Priester ähnlich wie die Chinesen fortschreitend ihre Bildzeichen für schnellere Aufzeichnung vereinfacht hatten, eine Reihe der einfachsten aus denselben gewählt, um sie als Vokal- und Konsonantzeichen zu verwenden. Wenigstens stimmen die für die Aufzeichnungen der Priester möglichst vereinfachten Zeichen für die oben angeführten Lautsylben ka, lu, mu, na, o, pu, qua, ro, sa, ta, wie Brugsch gezeigt hat, ziemlich genau mit den phönizischen Buchstaben k, l, m, n, o, p, q, r, s, t überein und dasselbe gilt für die übrigen Buchstaben des phönizischen Alphabets, welche in ähnlicher Weise andern Zeichen des ägyptischen Sylben-Alphabets entsprechen. Uebrigens steht diese Ansicht nicht unangefochten da, und Wuttke glaubt vielmehr, daß die Buchstabenzeichen der Phönizier aus der Keilschrift der Assyrer, Meder und Babylonier hervorgegangen seien, die als eine der ältesten rein ausgebildeten Sylbenschriften freilich die früheste Veranlassung zu einer weitern Vereinfachung geboten haben müßte. Jedenfalls verdanken wir unser Alphabet den Phöniziern, die es den Griechen überbrachten, wie dies schon durch den Namen

des Alphabets bezeugt wird. Die Buchstabennamen Alpha und Beta stammen von den phönizischen Worten Aleph (Ochs) und Beth (Haus) ab, und man sieht daraus, wie die Zeichen Ochs und Haus Buchstabenzeichen geworden sind.

Der Name des Erfinders der Buchstabenschrift, dieses Messias der geistigen Welt, hüllt sich in Mythen. Vielleicht aber vollzog sich auch dieser Uebergang von der Sylben- zur Buchstabenschrift so durchaus allmählig, daß man beim besten Willen keinen Schriftgelehrten namhaft machen konnte, dem das Hauptverdienst an diesem Fortschritte zuzuschreiben gewesen wäre. Oder verfolgte das gemeine Loos der Erfinder, bei Lebzeiten ihr System nicht zur Geltung bringen zu können, auch ihn, so daß er verkannt und verbittert dahin ging? Vielleicht ist auch die Idee in mehreren von einander unabhängigen Köpfen gleichzeitig zum Durchbruch gelangt. In der That scheint es, als wenn sich die Perser aus der babylonischen Keilschrift ebenso ein Buchstaben-Alphabet abgeleitet hätten, wie die Phönizier aus der ägyptischen Bilderschrift. Die Alten glaubten, die Erfindung dieser „ewig dauernden, unermeßlichen Stimme", wie Plato so schön die Schrift genannt hat, nur einem Gotte oder göttlichen Menschen, einem Thoth, Hermes oder Kadmos zuschreiben zu dürfen. Zu den ältesten aller bestimmbaren alphabetarischen Schriften gehört nach der Ansicht der Kundigen eine 1855 in der Nähe von Sidon gefundene Inschrift auf dem jetzt im Louvre befindlichen Sarge des Königs Aschmanozar. Sie ist wahrscheinlich ums Jahr Tausend vor unserer Zeitrechnung, oder noch etwas früher zu setzen, und die vor einigen Jahren in der Nähe des todten Meeres entdeckte Inschrift des Moabiter-Königs Mescho, die mehr als hundert Jahre jünger ist, zeigt dementsprechend umgewandelte Charaktere. Aus dem phönizischen Alphabete sind dann später nicht nur das jüdische, griechische und lateinische Alphabet, sondern auch, wie Wuttke, Weber und Dieterich übereinstimmend gefunden haben, die Zeichen des Sanskrit- und Runen-Alphabets hervorgegangen, obwohl die Aehnlichkeit bei vielen derselben nur noch schwer zu erkennen ist. Von diesen stammen dann fast alle modernen Alphabete ab. So gewaltig groß im Uebrigen der Fortschritt von der Bilderschrift zur Laut- und Buchstabenschrift war, in dem Punkte der Allgemeinverständlichkeit für verschiedene Sprachen, steht letztere der Bilderschrift nach. Es ist psychologisch merkwürdig, daß die Phönizier bei ihrem Verkehr mit den Völkern aller Zungen ein größeres Bedürfniß gefunden haben, den Laut der verschiedenen Sprachen wiedergeben zu können, als eine allen Nationen gleich verständliche Welt-Bilderschrift auszudenken.

Wie dem auch sei, in der Trias der größten Fortschritte des Menschen, die wir als Sprache — Schrift — Druck bezeichnen, steht die zweite der ersten an erhabenem Werth kaum nach. Leicht verhallt das Wort auch des Weisesten, und seinen Erfahrungsschatz nahm er vorläufig mit ins Grab. Jeder Nachkommende mußte, da sich das Wissen nicht vererbt, wieder von vorn anfangen, eine Steigerung des Gedachten zu dem, was wir Wissenschaft

nennen, war bei blos mündlicher Ueberlieferung nicht möglich. Die Geschichte des Stammes, vom Vater dem Sohne mitgetheilt, blieb nur in den selbsterlebten Abenteuern des Erzählers frisch; das vor ihm Geschehene verlor, wie die von Hand zu Hand gehende Münze, in jedem folgenden Munde etwas von der Schärfe und ursprünglichen Treue des Gepräges. Diese durch die Schriftlosigkeit der Urvölker gegebene Unsicherheit der Ueberlieferung ist die Ursache, daß sich die Anfänge der Geschichte überall in das Gebiet der Sage verlieren. Die geschäftige Phantasie, welche kein unbeschriebenes Buchbinderblatt vor dem Historienbuche der Menschheit stehen lassen will, ist überall mit einer göttlichen Abstammung und dergleichen zu Hilfe gekommen, während die Forschung sie neuerdings gezwungen hat, entgegengesetzte Wege zu wandeln.

Man kann das Wesen der Schrift als eine Steigerung der in der Sprache liegenden Macht insofern bezeichnen, als sie nicht nur die Verständigung bei einander befindlicher, sondern auch diejenige räumlich weit getrennter Personen mit Hilfe der Telegraphie sogar in einem Augenblick ermöglicht. Aber noch viel schwerwiegender ist die durch sie gegebene, wunderbare Zauberkraft, den lange Verstorbenen zu uns reden zu lassen, uns von Homer, Confutse, Aristoteles, Sokrates, Christus, Spinoza, Kant, Lessing, Göthe unmittelbar erheben und belehren zu lassen, als wenn wir lauschend zu ihren Füßen säßen. Die Möglichkeit, den Gedanken festzuhalten, entschädigt den einsamen Denker für das Mißverständniß, welchem er seitens seiner vielleicht eitleren Zielen nachjagenden Zeitgenossen begegnet, da seine Gedanken, falls sie eine Wirkenskraft besitzen, hoffen dürfen, die von der Mitwelt versagte Anerkennung bei der Nachwelt zu finden. Die Rücksicht auf die Billigung der Mitwelt oder die öffentliche Meinung, welche ein so wesentliches Förderungsmittel der gesellschaftlichen Moral ausmacht, hat seit Erfindung der Schrift einen nicht zu unterschätzenden Verbündeten in der durch sie geweckten Hoffnung auf einen guten Nachruf erhalten. Man mag darüber spötteln, wie man will, der Ehrgeiz und die Ruhmsucht sind gewaltige Triebfedern in der Handlungsweise des Menschen, und wenn der Sehnsuchtsblick des Sterbenden auf ein ewiges Leben in seinen Schriften, auf den Nachruhm überhaupt, selbst in dem Falle, in welchem er nicht trügt, vom philosophischen Standpunkte die Vanitas vanitatum sein mag, so nimmt sie doch dem Tode seinen Stachel. Das Gefühl umsonst gelebt zu haben, kann bei dem, der sein Leben würdig ausfüllte, nicht so leicht wiederkehren als sonst. Und sollten alle diese Gefühle keinen praktischen Werth besitzen, unendlich ist jenes Verdienst der Schriftsprache um die Menschheit, die Wissenschaft zu einer Macht erhoben zu haben. Keine große That, kein erhabener Gedanke, keine werthvolle Entdeckung geht mehr verloren, Alles wird treu gebucht der Nachwelt überliefert. Aus dem Vermächtniß der Alten ziehen die Erben das Gold der Wahrheit, um dann getrost die Schlacken verwerfen zu können; sie rufen nicht vergebens: mehr

Licht! denn das Wissen und die Erkenntniß mehren sich von Jahr zu Jahr, von Tag zu Tag. Aber erst in der Neuzeit wurde dieses durch die Schrift angesammelte Wissen stark genug, um mit Erfolg jene Wahngebilde zu bekämpfen, die großentheils in schriftlosen Zeiten fußen und mit Zähigkeit überliefert wurden. Heute gilt es vor Allem, diese Nebel auch in denjenigen Schichten des Volkes zu zerstreuen, für die das Schriftthum seine Wirkung erst beginnt. In dem Maße, wie die Zahl der Nichtlesenkönnenden und Anderer, welche das Schreibenkönnen mißbrauchen, abnimmt, wächst die Aufklärung und die Freiheit der Bildung, welche den lange künstlich zurückgehaltenen Triumph des Schriftthums ausmachen. Erst in der Schriftzeit hat sich jene mächtig der natürlichen Entwicklung nachhelfende Einrichtung herausbilden können, die wir als Schule im engern Sinne bezeichnen, und welche schließlich auf eine universelle Bildung hinausgeht, in dem Universitätsstudium. Es war ein Ziel, welches sich schon die Alten steckten, aber welches dem Minderbemittelten erst nach Erfindung der Buchdruckerkunst zugänglich werden konnte.

XX.

Religionen und Weltanschauungen.

Schmählichen Anblicks lag auf Erden das Leben der Menschen,
Unter der Religion gewaltsam niedergetreten,
Die vorstreckend das Haupt aus den himmlischen Regionen,
Mit entsetzlichem Blick herab auf die Sterblichen drohte:
Da trat auf ein griechischer Mann . . . . . .
. . . . . .
Doch ich fürchte hierbei, du mögest glauben, es könnten
Solche Lehren vielleicht auf verwegene Sätze dich führen,
Hin auf des Lasters Bahn. Mit nichten! öfter vielmehr war
Jene Religion die Mutter gräulicher Thaten.

Lucrez I., 63—84.

Bald nachdem in einem Kinde das Organ für die innere Sammlung und Anschauung der äußern Eindrücke durch die Sprache zu einem Hinausgehen über die unmittelbarsten derselben befähigt wird, sobald es anfängt, abgeleitete Vorstellungen zu bilden, beginnt es, seine Eltern mit kindlichen Fragen zu belästigen, wer Abends den Mond anzünde, und wer die Bäume gemacht habe, und woher die kleinen Kinder kommen u. s. w. Geweckte Kinder setzen die Eltern mit ihren ewigen Fragen in Verlegenheit, und die wenigsten unter den Letzteren denken daran, daß sich auch in diesem Vorgange der Menschen-Entwicklung nur ein altes Naturgeheimniß wiederholt, jene ersten Versuche des Wunderkindes dieser Welt, sich klar zu werden über sein Verhältniß zu den Außendingen, über den Ursprung und Zusammenhalt des Weltalls. Und da Niemand da war, der dem Urmenschen auf seine naheliegenden Fragen irgend eine beruhigende Antwort ertheilen konnte, so machte er sich selber eine Weltanschauung nach seinem Zuschnitt, wie sich im Grunde auch heute ein Jeder die seinem Verstande entsprechende Weltanschauung, die nach einem Durchschnittsmaße in den Schulen geliefert wird, zurechtlegt. Darnach müßte es so viel Weltanschauungen wie Menschen geben, doch da sich diejenigen der bei einander lebenden Personen gegenseitig ausgleichen, so gab es naturgemäß ebensoviele grundverschiedene, wie es Sprachstämme giebt, bis Einzelne, die

weitergekommen zu sein glaubten, die ihrige Andern mit sanfter oder stürmischer Gewalt aufzwängten. Allein die Weltspiegelbilder der verschiedensten Stämme haben, wenn man auf eine gleiche Kulturstufe zurückgeht, eine erstaunliche Aehnlichkeit, und sicherlich wiesen diejenigen der Steinmenschen ehemals dieselbe allgemeine Uebereinstimmung in allen Welttheilen, wie später diejenigen der Metallzeit. Denn auch dasjenige Vermögen, welches wir für die freieste, zügellos schaffende Macht in der Welt ansehen möchten, die menschliche Phantasie, folgt in ihren Schöpfungen bestimmten Naturgesetzen, die wir Denkgesetze nennen, und der Gedanke erhebt sich in demselben Schritte zu einer höhern Stufe, wie der Denker.

Wo wir immer Nachfrage halten mögen, bei Völkern, die heute gewaltsam aus der Steinzeit herausgerissen werden, immer finden wir dieselben in einer Weltanschauung begriffen, die man als den höchsten Grad des Spiritualismus oder Animismus bezeichnen muß. Dem Naturmenschen ist die gesammte Natur, Sonne, Mond und Sterne, Luft, Feuer und Wasser, Thier, Pflanze und Felsen, ohne Ausnahme durchseelt. Versuchen wir es uns über den Grund dieser beim ersten Anblicke höchst befremdlichen Erscheinung aufzuklären, so finden wir sie in einer Schwäche des Denkvermögens, sich selbst genügend von den andern Naturobjekten zu unterscheiden. Der Naturmensch begreift noch keine andren Kräfte und Wirkungen als solche, die von einer mit eignem Willen begabten Persönlichkeit, wie der eigenen, ausgehen. Er wittert daher in Allem, was ihm draußen handelnd, oder auch nur sich seinen Absichten Widerstand leistend entgegenstellt, seines Gleichen, ein menschenartiges Wesen; er personificirt demgemäß die gesammte Natur. Die Sonne, deren Strahlen sengen und brennen, das Feuer, welches wie ein Raubthier um sich beißt, der Blitz, welcher den Menschen erschlägt, wie ein Kämpfer mit seiner Streitaxt, sie müssen durchaus sinn- und willensbegabte, lebendige Persönlichkeiten sein, wie er selbst. Daß es die äußere Gestalt nicht ist, welche den Menschen zu etwas Besonderem macht, lehrte ihn eine schmerzliche Erfahrung, die an die tiefgeheime Wunde der Menschheit, an ihre Sterblichkeit anknüpft.

Was ist da für ein Unterschied zwischen jenem Menschen, der vor einer Stunde lebte in aller Kraft, und nun daliegt, kalt, bewegungslos und starr? Mit einem letzten, langen Athemzuge ist die Kraft und die Wärme plötzlich von ihm gegangen; sollte da ein Etwas ihn verlassen haben, was den Körper sonst bewegte? Solche Eindrücke und Fragen waren es, die durch Wahrnehmungen an den Thieren, welche der Urmensch täglich in ihrem Todeskampfe beobachtete, unterstützt, die erste leicht umrissene Skizze des Begriffs einer lebenverleihenden Seele bildeten. Man kann daher ähnliche unsichtbare Persönlichkeiten (Seelen) in allen handelnden Naturdingen vermuthen und der Mensch glaubt schließlich wahrzunehmen, daß die Seelen der andern Naturwesen viel mächtiger seien, als die eigne, die gegebnen Falles keinen Ausweg mehr aus irgend welcher

Bedrängniß zu finden weiß, er bittet sie Alle, ihm gnädig zu sein und wählt einen todten Gegenstand, eine Pflanze oder ein Thier, auf dessen Kraft er besonderes Vertrauen setzt, zu seinem höchsten Fetisch oder Totem. Es ist dieser Fetischismus und die Totem-Wählerei eine gemeinsame, niederste Religionsstufe der ungebildeten Steinzeit-Völker, bei welcher die Unterordnung der eigenen Kraft unter die der andern Seelen überaus charakteristisch für die Schwäche ihres Schlußvermögens ist. Der Sinn des Naturkindes steht auf Zauberei, es glaubt an Seelenwanderung und meint, die schädlichen Gewalten durch seltsame Ceremonien und Opfer, welche der Stammpriester oder Schamane anordnet, versöhnen zu können. Zahlreiche Dinge, lebende und leblose, werden als unverletzlich (Tabu) erklärt, um sich ihres Beistandes zu versichern.

Aber der Glaube an die im Menschen wie in allen andern handelnden Dingen lebenden Seelen erhielt bald aller Orten seine düstere Schattirung durch die Erfahrungen des Traumlebens. Der im festverschlossenen Steingrabe beigesetzte Vater tritt Nachts munter wie je an das Lager des Sohnes, spricht wie sonst zu ihm und zerfließt beim Erwachen langsam in Luft. Es bestätigt sich also, daß dieses vom Körper getrennte, seine Gestalt erborgende Etwas, unsterblich war, und für sich weiter lebt; der Glaube an ein Fortleben im Jenseits und der damit verknüpfte Manendienst tritt unmittelbar ins Leben, während der Götterdienst erst fern am Horizonte auftaucht. Ich glaube nicht, daß man den zwingenden Einfluß des Traumlebens auf den grübelnden Verstand des Urmenschen und seinen ersten Kultus, bisher genügend in Rechnung gezogen hat, obwohl einzelne Forscher auf diesem Gebiete, wie E. Tylor und Herbert Spencer diesen Gesichtspunkten ihre Aufmersamkeit zugewandt haben. Der Verstorbene lebt also nach diesen Anschauungen im Allgemeinen wie vorher weiter, er bedarf seiner Kleider, Waffen, seines Rosses und seiner Diener. Denn da er in seinen Kleidern und mit seinen Waffen erschien, so haben auch diese Dinge etwas von ihnen ausgehendes Geistiges, und man muß Roß und Diener dem Herrn an seinem Grabe opfern, damit er sich frei ihrer Geister, wie vordem der Leiber bedienen möge, man muß die Gattin mitverbrennen, damit er in seinem neuen Zustande nicht ohne ihre Hilfe sei. Schon in den Grabstätten der ältesten europäischen Steinzeit begegnet man den unverkennbarsten Spuren dieser naheliegenden Anschauung, die an sehr vielen Orten der Erde zu Menschenopfern geführt hat. In vielen Ländern wurde mit den gestorbenen Häuptlingen ihr ganzer Hofstaat mit begraben, im alten Japan lebendig bis zum Kopf in der Erde, rings um des Fürsten Grab. Häufig wurden ihnen sogar noch nachträglich „Diener" und „Botschafter", die man am Grabe tödtete, nachgesandt. Später wurden diese Menschenopfer, wie ich anderwärts ausführlich gezeigt habe, abgelöst, sei es durch mitbegrabene Puppen, oder indem die Gattin, welche früher auch in Europa vielfach den Scheiterhaufen mit dem Gatten bestieg, mit den sonstigen

Dienern und Angehörigen einen Theil ihres Blutes, einen Finger u. s. w. am Grabe opferte. Und die Waffen des Verstorbenen, so werth sie den Ueberlebenden sein mußten, die Nahrungsmittel, von deren Geist er sich zunächst nähren konnte, finden sich in ihren Spuren überall im Grabe. Sogar die Wohnung überließen viele Völker den Gestorbenen. Weit verbreitet ist bei Naturvölkern die Sitte, den Todten Nahrung hinzutragen, und an vielen Orten der Welt besaßen sämmtliche Steingräber, wie die hier abgebildeten indischen Dolmen (Fig. 422), mehr oder weniger große Oeffnungen, durch die man die Speisen gelegentlich erneuern konnte. Große, vollständig leere Gefäße, die ehemals wahrscheinlich mit Wein oder Meth gefüllt

Fig 422.
Indische Dolmen.

waren, findet man in den wohlerhaltenen Steingräbern der ältesten Zeiten nicht selten, mitunter deren eine ganze Anzahl, und kleine tassenartige Trinkgeschirre obendrein.

Und das Naturkind frägt sich weiter, sollte der Vater, der seine fortdauernde Liebe durch die Traumbesuche zeigt, nicht auch in seiner, von den Fesseln des Leibes befreieten Gestalt mehr Macht gewonnen haben, uns zu schützen und zu helfen, sollte der Häuptling, der so tapfer und so besorgt im Leben für uns alle handelte, nicht mit verdoppelten Kräften fortfahren, dies zu thun? Man richtet Bitten und Gebete an sie; der Manen- und Heroen-Kultus gewinnt bestimmtere Formen.

Der Manendienst darf sicherlich als die am weitesten verbreitete Kultusform der Welt betrachtet werden, denn wir begegnen seinen Spuren bei allen Völkern der Vergangenheit und Gegenwart, von der Epoche der rohesten Steinzeit bis heute, und es hat selbst hochbegabte Völker, wie z. B. das der Aegypter gegeben, bei denen der Manendienst den Löwenantheil des gesammten Kultus in Anspruch nahm. Es hat daher auch nicht an Forschern gefehlt,

die wie Caspari und Lippert allen höhern Götterkult aus dem Manendienst ableiten wollten, indem sie meinten, der Stammheros sei, indem er in weitere Fernen trat und dadurch an Nimbus gewann, allmählig zur Nationalgottheit aufgestiegen, und wenn durch Krieg oder Bündnisse mehrere Stämme vereinigt worden seien, so hätte sie mehrere Stammheroen als Gottheiten verehrt, an deren Spitze allmählig der Stammgott des mächtigsten oder siegreichen Bundesstammes trat. An diesen Ansichten scheint soweit Wahres zu sein, daß der Manenkultus den Urtypus und das Vorbild aller nach ihm gekommenen Kulte gebildet haben dürfte. Aus den Todtenopfern entstanden die andern Opfer; ein Grabstein stellte den ältesten Altar, eine Todten-Krypta die älteste Kapelle dar. Auch in den Gestalten der Gottheiten fortgeschrittener Völker lassen sich manche Züge der Heroen und Patriarchen erkennen, aber daß erstere nicht selbst in Gottheiten übergegangen sind, lehrt einestheils die Wesenheit der Götter und anderntheils die Fortdauer des Heroen- und Ahnenkultus innerhalb der Volksreligion, als lokaler und privater Kultus, z. B. bei Griechen und Römern. Während man den Laren im Hause einen Altar errichtete, galt das Gebet im Tempel höheren Mächten, die man für durchaus übermenschliche Wesen ansah.

Man kann sich die Vielgötterei, den Polytheismus der meisten unlängst in die Metallzeit eingetretenen Völker, wie eine höhere Stufe, eine Quintessenz des Animismus vorstellen und darum durch Läuterung desselben entstanden denken, wodurch sich zugleich erklärt, daß sie hier und da mit animistischen Ideen von Seelenwanderung und Thierdienst verquickt blieb, wie im alten Indien und Aegypten. Von nun ab lebt nicht mehr in jedem Stein, in jedem Wässerchen und jeder Pflanze ein besondrer Geist als unumschränkte Macht, sondern sie ordnen sich, wenn nicht gänzlich abgeschafft, allgemeinen Gottheiten der Erde, des Himmels, der Blumen, des Wassers, Feuers u. s. w. unter. Die Naturgegenstände selbst sinken gleichzeitig auf den Werth von Symbolen und Verkörperungen der betreffenden Gottheiten herab, besonders wird das vordem an sich als mächtige, lebendige Gottheit verehrte Feuer nunmehr zu dem reinen, leuchtenden, nach oben strebenden Symbol derselben, zu dem Mittler, welcher die Gaben der Irdischen empfängt, verzehrt und im Rauchopfer nach oben trägt. Nur die Thiere in ihrer stark ausgeprägten Individualität widerstrebten, ebenso wie die halb unsterblichen Bäume, so lange der Unterordnung unter eine abgeleitete Gottheit der Thiere oder Bäume, bis die Zeit dieser Götterschöpfungen vorüber war, und wurden dann nach einer langen Periode selbstständiger Verehrung den verschiedenen Göttern als Diener und Attribute zuertheilt. Was die einzelnen Gestalten anbetrifft, so konnte der Mensch, wie er in diesem ganzen geistigen Prozesse von sich selber ausging, die Götter natürlich nur nach seinem eigenen Ebenbilde formen, und daher die bekannte Thatsache, daß die Götter Griechenlands schöne, aber in mancher Beziehung sehr menschliche

Griechen waren, die Götter des Nordens kampf- und trinklustige Zechbrüder und die Götter der Indianer vollkommene Wilde.

Allein weil sich der Mensch fortwährend umwandelte, so durften die Götter nicht zurückbleiben, denn sonst wären sie ihm fremd geworden, und wie sich aus dem Chaos der allgemeinen Beseelung der Natur elementare Götter-Typen abgesondert hatten, so mußten diese durch Vergleichung in dem zunehmenden Verstande, endlich zu dem Gottesbegriffe in seiner Reinheit führen. Man kann die Vorbereitung dieser dritten Abstraktion am besten verfolgen, wenn man den Gestirndienst ins Auge faßt. Alle irgend durch Besondernheit ins Auge fallenden Himmelslichter, Sonne, Mond, Planeten und Fixsterne, wurden als Gottheiten betrachtet, die ersten Beiden den Andern natürlich voran. Zwischen diesen Beiden findet insofern eine Rangstreitigkeit statt, als in den heißesten Ländern, in denen die Sonne in ihrer Stärke das Land versengt und schadet, sie dem Monde, als dem milden Freunde der Menschen, den Platz des am meisten verehrten Gestirnes hier und da abtreten mußte. Bei der bei Weitem größeren Ueberzahl der Völker nimmt aber die Sonne den ihr gebührenden ersten Rang unter den Erscheinungen ein, welche die Phantasie anregen. Je mehr der Mensch nun die Natur verstehen lernte, um so bestimmter mußte er sich sagen, daß ja alles Leben auf der Erde von den Strahlen der Sonne abhängt. Ihr Kommen und Gehen mußte daher den Menschen, der nicht wie wir, in engen Straßen, sondern mehr in der Natur und nach der Natur lebte, mächtig aufregen; er feierte sie in allen Erdtheilen als die vornehmste aller Gottheiten, als die wahre Wohlthäterin und Erhalterin der Erde wie des Menschen, und beging den Tag ihrer Wiedergeburt und Neuerstarkung (25. Dezember) überall als das größte aller Jahresfeste. Und wenn wir aufrichtig sein wollen, so müssen wir sagen, daß nie ein Kultus gerechtfertigter war, als derjenige der Sonne, in deren Strahlen alle belebende Kraft enthalten ist, welche die Erde beständig von außen empfängt, durch die allein das Erdleben seine hohe Stufe erringen konnte und mit deren Verschwinden dieses gesammte Leben einem schleunigen Untergange zueilen würde, wie es jeden Winter theilweise geschieht. Wir können es fast schrittweise verfolgen, wie bei den meisten Völkern die Mitbewerbung anderer Phantasie-Beherrscher um den Thron des Weltalls von der Sonne überwunden wird, so bei den Assyrern, Medern und Persern, den alten Aegyptern, Phöniziern und den nördlich wohnenden Indogermanen, den Peruanern und vielen andern Völkern.

Den letztgenannten galt die Sonnengottheit denn auch folgerichtig als Weltschöpferin und wahrscheinlich ist es in andern Religionssystemen früher ähnlich gewesen. Allein nachdem nur überhaupt die Idee eines unumschränkten Götterkönigs, nach dem Bilde eines wohlwollenden, aber unbedingten Gehorsam verlangenden und über Leben und Tod gebietenden Häuptlings, aus dem Chaos der Vielgötterei hervorgetreten war, so mußte auch die Sonne

ihren Platz einem höchsten Beherrscher der Götter und Menschen räumen und sich fortan mit dem Range eines Symboles desselben begnügen, ähnlich wie der Sonnengott selbst früher den Feuergott entthront hatte. Wir können die Entthronung des Sonnengottes besonders deutlich in der altägyptischen Religion erkennen, wo der Sonnengott Ra an der Spitze der alten Götter-

Fig. 423.
König Amenophis IV. der Sonne opfernd. Aus Dümichen, Geschichte des alten Aegypten.

dynastie steht, und seitens Amenophis IV. noch in später Zeit eine Neuaufrichtung seines Kultus erfuhr. Wir sehen ihn (Fig. 423) in einem Grabgemälde von Tel-El-Amarna dargestellt, wie er mit seinen Strahlenhänden die Opferspenden in Empfang nimmt, die ihm König Amenophis IV. mit seiner Gemahlin und seinen Töchtern darbringt. Ammon und Osiris sind spätere Umwandlungen des alten Sonnengottes.

Als Beweis, daß der alte Ausspruch des Statius, Furcht habe die ersten Götter erschaffen, nicht so ganz haltlos ist, kann der Umstand dienen, daß bei den späteren Umwälzungen der Göttersysteme im Polytheismus meist der Gewittergott allmälig den obersten Platz gewann. Wenn neben ihm

anfangs die Gottheiten der Sonne und des Mondes, des Meeres, Feuers ꝛc. im Regimente blieben, wozu allmälig fernerliegende Abstraktionen, der Weisheit, Tapferkeit, Schönheit, Allwissenheit u. s. w. kamen, so darf man nicht vergessen, daß diese Verfeinerung der Begriffe eben nur den Fortschritt des Reformations- und Reinigungswerkes bezeichnet, das mit der Anerkennung eines höchsten Wesens endigen mußte. Wie aus dem ungeordneten Fetischismus der Steinzeit die übersichtlichere Vielgötterei der ältesten Metallzeit, so ging durch fernere Begriffsverfeinerung aus dieser die Idee eines alleinigen und höchsten Gottes hervor, neben welcher die anderen Herrschaften nur noch wie Hofleute oder Fachminister fortbestehen konnten. Diese Thronbesteigung können wir bei den alten Indern, Aegyptern, Griechen, Römern und Germanen sehr gut verfolgen, bei den Persern, Chaldäern und Juden scheint die Unterdrückung der Mitbewerber am frühesten und vollständigsten stattgefunden zu haben. Natürlich wird dieses höchste Wesen nunmehr als alleinige Weltursache, als Schöpfer, Erhalter und Regierer des Himmels und der Erde, als der „ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht" anerkannt.

Aus unbestimmten, oft rohen und grotesken Mythen entwickelt sich ein immer mehr gereinigtes kosmogonisches System. Während die älteren Versuche nicht über einen dem thierischen Zeugungsvorgange nachgebildeten Mythus einer Entstehung aus dem Welt-Ei hinauskamen, oder die Welt wie einen Kuchen einrühren und fertig backen ließen, auch die erforderliche Materie als ewig und vorhanden betrachteten, schritt die jüdische Lehre zu einer in ihrer durchgreifenden Weise annehmbareren Form voran und ließ die Welt aus Nichts und ausschließlich für den Menschen erschaffen. Die Erde ist als Mittelpunkt der Welt gedacht, Sonne, Mond und Sterne werden ihr als Zeittheilungs- und Beleuchtungskörper beigeordnet. An verschiedenen Schöpfungstagen wird der Luft, dem Wasser und der Erde aufgegeben, Pflanzen und Thiere hervorzubringen. Die Worte, mit denen der mosaische Schöpfungsbericht den Menschen auf die Bühne führt, sind bezeichnend für die anthropomorphische Natur der Religionssysteme. Denn nicht nur läßt er die Krone der Schöpfung nach Gottes Ebenbilde schaffen, sondern mit der ausdrücklichen Bestimmung, über die Thiere und Pflanzen zu herrschen. Aber mußte dieser gottähnliche Adam und seine nacherschaffene Gehilfin nunmehr nicht vollkommen, unsterblich und sündlos wie Gott selbst sein? so grübelte der im Unterscheiden immer mehr fortgeschrittene Bildner der Schöpfungsmythe weiter, und nicht weniger tiefgehende Zweifel erregten die Unvollkommenheiten des Daseins, die giftigen Pflanzen und schädlichen Thiere und vor Allem die Neigung des Menschen zur Sünde. Alles das und ebenso die Erdbeben, Wirbelwinde, Ueberschwemmungen, Seuchen u. s. w. konnte er unmöglich einem allgütigen und allmächtigen Wesen zuschreiben; er findet auch im Monotheismus keine Beruhigung; logische Nothwendigkeiten treiben ihn zur Annahme einer dem gütigen Lichtwesen und seinen Schöpfungen feindlich

gegenüberstehenden Macht der Finsterniß. Die Personifikation der Letzteren, welche wieder recht auffallend auf die Sonnennatur des Urmonotheismus zurückweist, dieser Teufel war also ein nothwendiger Lückenbüßer und Deus ex machina, um den Weltenschöpfer von dem Vorwurfe zu befreien, auch solche unangenehmen, schädlichen Wesen wie die Schlangen und ähnliches Gewürm, die Fliegen, Giftpflanzen und überhaupt das Böse in der Welt erschaffen zu haben. In ihrer rohesten Gestalt findet sich diese dualistische Weltauffassung, bei welcher der gute Gott für stärker und milder, der böse aber für listiger und gefährlicher gilt, schon bei vielen Naturvölkern, und nicht wenige unter ihnen theilen die Ansicht der Hottentotten, daß man dem „Capitän von Oben", wie sie die wohlwollende Macht nennen, keine Verehrung und Opfer schulde, weil er aus eigenem Antriebe dem Menschen nur Gutes erweise und dafür doppelte Anstrengungen machen sollte, den Capitän von Unten, der stets aufgelegt sei, dem Menschen zu schaden, mit allen Mitteln zu versöhnen.

Die durchgebildeteren Religions-Gebäude der Inder, Perser, Aegypter, Juden, Skandinavier u. s. w. faßten diesen Gegensatz schließlich mehr und mehr als die Empörung einer abgefallenen Gottheit auf, die mit dem Herrscher der Welt um den Besitz kämpft und ihm seine eigenen Geschöpfe abwendig zu machen sucht, um sie endlich als Heerschaaren gegen ihn ins Feld führen zu können. Und deshalb wurde denn unter Mithilfe der Eva gleich bei dem ersten Menschen der Anfang gemacht, und so verlor dieser seine Unschuld, Unsterblichkeit und alle die Vorzüge, welche ihm das unmittelbare Hervorgehen aus der Hand des Schöpfers sicherten. Die Sünde und das Elend kamen damit auf die Welt und die alte Ueberlieferung verfährt ganz den neueren Anschauungen gemäß, indem sie diese Neigung zur Sünde alsbald erblich werden ließ. Die ganze Menschheit scheint verloren.

Bei dem Suchen nach einem Auswege führen die Denkgesetze auch hier bei den Indern, Persern, Aegyptern, Juden u. s. w. zu demselben Ergebniß. Um das Werk des Bösen zu vernichten, sendet Gott seinen eigenen Sohn zum Kampfe aus, läßt ihn dabei leiden, sterben, in die Unterwelt gehen und durch dieses Selbstopfer die Macht des Bösen vernichten. Confutse, Buddha, Osiris, Zoroaster, Mithras, Herkules, Dionysos, Balder, alle diese hochverehrten Namen deuten in den ihre theilweise historische Erscheinung umrankenden Sagenkreisen immer wieder auf den alten Naturmythus zurück, auf den Kampf des Lichtes mit der Finsterniß, bei welchem ersteres in dem vom Aequator entfernten Ländern zeitweise mehr oder weniger vollkommen unterliegt, aber Weihnachten wieder neugeboren wird, im Frühling seine Auferstehung und im Sommer seinen Sieg feiert. Alle die genannten Sonnenkämpfer gelten zum großen Theile übereinstimmend als lange verkündete Jungfrauensöhne, mehr als einen von ihnen läßt die Mythe von einem durch den bösen Feind veranstalteten, allgemeinen Kindermord wunderbar errettet werden, die meisten

werden vom Teufel versucht, fallen dann einem Verrath zum Opfer, erstehen aber neu verherrlicht und fahren zum Himmel. Doch gehören diese oft bis ins Einzelne übereinstimmenden Messiassagen der sonst verschiedenartigsten Religionssysteme vorzugsweise nur der altweltlichen Kultur an und scheinen daher eine in den übrigen Welttheilen noch nicht erreichte Gipfelstufe des religiösen Prozesses zu bezeichnen. Das Christenthum, dessen Hauptfeste und Symbole bekanntlich ebenfalls an den Sonnenkultus anknüpften, nahm den schönsten Anlauf, die religiösen Gefühle des Menschen weiter zu veredeln, scheiterte aber in seiner Mission vielfach an dem Egoismus seiner Verkünder, und büßte in der Neuzeit namentlich durch das halsstarrige Festhalten an alten Formen und Formeln sehr viel an erziehlicher und erlösender Wirkung ein.

Sobald nur die Urtheilskraft der Menschen durch die Vervollkommnung des folgerichtigen Denkens zu einer gewissen Selbstständigkeit gediehen war, haben auch die Versuche begonnen, von der Vermenschlichung der Natur, deren Ergebniß eben die verschiedenen Religionssysteme darstellen, zu einer nüchternen Auffassung der Dinge zurückzugelangen. Ebenso wie jener zweifelnde Inka, von dem Humboldt erzählt, die Sonne, die wie am Schnürchen ihren Lauf vollendet und aller Freiheit der Bewegung entbehrt, nicht als Gottheit anerkennen wollte, ebenso erhob sich überall der gesunde Menschenverstand gegen die Widersprüche auch der bestaufgeführten Religionsgebäude. Nirgends ist diese Rückwirkung des mannbar gewordenen Verstandes gegen die Phantasien seiner Kindheit lehrreicher als bei den Griechen, weil dort der Vorgang für unsere Kenntniß zum ersten Male zu einer Verläugnung der Gottheiten führte. Die Philosophen, eine neue Art von Menschen, die aus dem Grübeln ein Geschäft machten, beginnen deutlich zu erkennen, daß ihre Volksgötter nichts als Menschen und zum Theil recht unvollkommene Menschen sind. Xenophanes sagt seinen Landsleuten mit klarsten Worten, daß die Götter Homers und Hesiods so schurkische Griechen seien, wie man sie nur irgend finden könne, und daß die den Göttern angedichtete Menschengestalt errathen lasse, die Pferde würden ihre Gottheiten mit Hufen und die Ochsen mit Hörnern darstellen. Euhemeros suchte die Menschenähnlichkeit ihrer Züge dadurch zu erklären, daß er sie sämmtlich für vergöttlichte Menschen ausgab, die ehemals auf der Erde gelebt hätten, aber Lucian weiß für seinen von einigen Philosophen geläugneten Jupiter schon keine andere Hilfe mehr, als daß er ihn in seiner Herzensangst beten läßt.

Die aufbauende Philosophie sehen wir von Anfang an zwei verschiedene Wege einschlagen, um dem Triebe des Menschen, die Ursachen aller Dinge auf eine vernünftige Weise zu erklären, Genüge zu schaffen. Die Einen versuchen es, die religiösen Anschauungen zu reinigen, indem sie eine ihrer Gestalt und ihrem Wesen nach unfaßbare erste Ursache, eine Weltseele annehmen, die nach mehr oder weniger bestimmten Plänen und Zwecken die Welt erschuf

und die Pflanzen und Thiere als Ideen fertig bildete, damit sie sich unmittelbar in irgend einem irdischen Stoffe inkarniren konnten. Es ist die dem unausgebildeten Denken höchst bequeme und darum in vielen Köpfen bis heute herrschend gebliebene Ideenlehre Platon's, nach welcher die Welt und ihre lebendigen Wesen so vollkommen sind, weil sie so weise überlegt und auch keiner Entwicklung fähig sein können, weil sie ja eben sogleich in aller Vollkommenheit erschaffen wurden. Die Anfänge dieser Schule, welche trotz alledem das Verfahren des Urmenschen, sich in der Natur zu spiegeln und sie selbst zu vermenschlichen, in wenn auch höchst gereinigter Gestalt fortsetzte, verlieren sich in das Dunkel des Alterthums.

Ihr gegenüber trat eine ganz neue Auffassung der Dinge, welche Alles in die Natur Hineinphantasirte und vor Allem den Zweckbegriff als eine rein menschliche Erfindung verwarf, und sich ausschließlich auf eine vorurtheilsfreie Beobachtung der Naturerscheinungen zu stützen suchte. Diese Schule, deren Haupt Demokrit wurde, gab von vorn herein zu, daß es äußerst schwer sein würde, zu einer völlig sachlichen und gänzlich „entmenschten" Naturauffassung zu gelangen, da schon die Sinnesorgane das Wissen an seinen Quellen trüben und fälschen, aber sie nahm sich vor, diese Einflüsse soviel als möglich einzudämmen und auszuschließen. Die Hauptgrundsätze der neuen Anschauungsart der Dinge lassen sich in die drei Hauptgrundsätze zusammenfassen: 1. Nichts entsteht aus Nichts und nichts Bestehendes kann vernichtet werden. 2. Alle Verschiedenheit und aller Wechsel der Dinge hängt von der Mischung und Bewegung ihrer kleinsten Theile (Atome) ab. 3. Nichts geschieht ohne Ursache, sondern Alles aus einem Grunde und mit Nothwendigkeit. Gegenüber der andern Schule, die von einer körperlosen Ursache der Welt ausging und derselben ein bleibendes Uebergewicht über den Stoff einräumte (daher Spiritualismus genannt), betonte sie anfangs den körperlichen Ursprung auch des Geistigen, indem sie annahm, daß auch z. B. dasjenige, was wir Seele nennen, aus materiellen, nur feineren Theilchen bestehe, und wurde deshalb als Materialismus bezeichnet. Allein nachdem Kraft und Stoff als etwas Untrennbares erkannt worden sind, bezeichnet sich die neue, daraus hervorgegangene philosophische Richtung, weil sie nur in den Dingen selbst liegende Ursachen anerkennt, besser als die der einheitlichen oder monistischen Philosophie, gegenüber der dualistischen, welche zu getrennten Grundursachen ihre Zuflucht nimmt. Der Hauptunterschied aber bleibt, daß die letztere Schule in allen Erscheinungen das Wirken von Endursachen gewahrt, wie der Mensch nichts, ohne einen Zweck im Auge zu haben, thun kann, während die erstere sagt: Ursache und Wirkung gehen ohne Ende fort, eine erste Ursache, so sehr das menschliche Denkvermögen darauf bestehen mag, kann es nie gegeben haben, denn wir müßten wieder nach ihrer Ursache und ihrem Anfang fragen. Man unterscheidet die beiden Weltauffassungen daher am besten nach ihrer innersten Natur als die zweckfuchende

(teleologische) und die rein beobachtende und folgernde (induktive) Philosophie.

In der Praxis unterscheiden sich die beiden von uralter Zeit bis heute kämpfenden Parteien darin, daß die eine in der Schönheit, Ordnung und Vollkommenheit des Weltgetriebes die Spuren eines nach Plänen thätigen oder thätig gewesenen Urhebers erkennt, die andere aber nicht über das unmittelbar beobachtbare hinausgehen will. Die mechanische Weltauffassung, obwohl sie die Welt aus logischen Gründen für unerschaffen und unvernichtbar hält, erkannte doch früh ein Werden in derselben; sie verfolgte mit den Augen des Geistes die aus der Vereinigung der Atome hervorgegangene greifbare Welt rückwärts bis zu einem Zustande, in welchem diese Atome frei und unverbunden im Raume durcheinander wirbelten, und in welchem, um ein Wort der Bibel zu gebrauchen, „die Elemente durcheinander gingen, wie die Töne der Harfe". Die Philosophie der Griechen hat schon einen solchen chaotischen Zustand der Welt vorausgesetzt, während die neueste Forschung erst wirkliche Belege für diese uralte Folgerung beibringen konnte. Sie ist der Erdentwicklung dann weiter gefolgt, so gut es der Stand der alten Naturforschung erlaubte; Philosophen und Dichter haben die Ballung der Erde beschrieben, und nicht alle von ihnen waren so einseitig, wie die späteren Jahrhunderte, zu glauben, die Erde sei das eigentliche „Reich der Mitte" des Weltalls. Man erkannte und deutete ganz richtig aus den versteinerten Muschelschalen der Felsen, daß das Wasser einst die höchsten Bergspitzen der Gebirge überfluthet haben müßte, während zwei Jahrtausende später noch ein Voltaire vermuthen konnte, jenes seien von über die Alpen ziehenden Pilgern verlorene Muscheln. Man beschrieb, wie das Festland sich allmälig über die Wasserfläche hinausgehoben habe, um sodann Landpflanzen und Landthiere hervorzubringen.

Die Frage nach dem Ursprung der Lebewesen, welche man nicht ohne Grund als die Frage unseres Jahrhunderts bezeichnet hat, scheint den alten Philosophen nur wenig Schwierigkeiten gemacht zu haben. Je weniger genau man den wunderbaren Bau ihrer Körper kannte, um so leichter konnte man annehmen, daß dieselben unmittelbar durch Verkörperung der „ewigen Ideen" entstanden seien. Die Alten betrachteten, ihrer mangelhaften Erfahrung entsprechend, die Möglichkeit einer sogenannten Selbstzeugung oder freiwilligen Entstehung (Generatio aequivoca) der Lebewesen, die wir heute nur noch für die einfachsten Formen in Anspruch nehmen, als ein allgemeines Naturgesetz. Ein dünner, halb organischer Schleim, eine warme Urfeuchte wurde schon damals für das geeignetste Rohmaterial zur Bildung lebender Wesen angenommen und Diodor schilderte in naiver Anschaulichkeit, wie die ägyptischen Mäuse aus dem Schlamme des Nils mit fertig gebildetem Vordertheil und Kopf, im hinteren Theil noch unvollkommener Schlamm, emportauchen. Aristoteles beschränkte das Bereich der Selbstentstehung auf In-

sekten, einige Weichthiere und Fische, Thiere, bei denen er den Verlauf der Fortpflanzung nicht kannte. Die Ueberzeugung, daß die Insekten und ähnliche niedere Thiere durch eine Art Fäulnißprozeß aus abgestorbener Materie hervorgehen könnten, z. B. die Bienen aus Stierköpfen, Aasfliegen aus Kadavern, Schmarotzerthiere aus Hautausscheidungen aller Art, bestand unangefochten und von den ersten Naturforschern der Zeit angenommen, vom Alterthum bis weit über das Mittelalter hinaus; nur schrittweise wurden später die Kreise der Thiere, deren geschlechtliche Entstehungsweise man kennen lernte, der Selbstzeugungs-Annahme entzogen.

In Bezug auf die Entstehung höherer Wesen waren die älteren Ansichten außerordentlich roh. Man scheint indessen die Annahme, daß die Erde sie in besondern Hohlräumen und Schutzhüllen, gleichsam, in natürlichen Gebärmuttern, unmittelbar hervorgebracht habe, bald nicht mehr dem Nachdenken genügend gefunden zu haben. So lehrte Empedokles, wahrscheinlich von der Beobachtung fossiler Bruchstücke geleitet, daß die erste Erzeugung von Pflanzen und Thieren eine sehr unvollkommene gewesen sei und vielfach sei es blos zur Ausbildung einzelner Theile gekommen. Allein, da sich, wie Aristoteles erörtert, nur die lebensfähigen erhalten konnten, nicht aber, die zufällig verkehrt gebaueten, z. B. diejenigen mit ungeeignetem Gebiß, so seien nur die vollkommensten Wesen erhalten geblieben, nicht aber so unzweckmäßig organisirte Wesen, wie Centauren, die, wie schon Galen darlegte, niemals leben konnten.

Viel gereinigtere Ansichten besaß Epikur, der große Nachfolger des Demokrit, da er, wenn Plutarch recht berichtet war, bereits gelehrt hätte, daß die Thiere durch eine Verwandlung aus dem einen in andere hervorgegangen seien. Anaximander hatte schon früher eine theilweise anklingende Theorie sogar bis auf den Menschen ausgedehnt, und indem er von dem Wasser, dem Urelement seines Lehrers Thales, ausgegangen war, philosophirt, daß die ältesten Thiere sämmtlich Wasserthiere gewesen seien, und daß auch der Mensch von Fischen oder „fischähnlichen" Wesen — wie Censorinus ausdrücklich hinzusetzt, — abstamme. Die Chaldäer schrieben, wie Diodor anmerkt, den Sonnenstrahlen die Schöpfung der lebendigen Welt zu. Und gar scharfsinnig faßten diese alten, fast ausschließlich auf ihr Denkvermögen gestellten Philosophen die Frage nach der Möglichkeit einer solchen Entwicklung wunderbar ausgebildeter Wesen ins Auge. Während ihre Gegner damals wie noch heute den Worten Cicero's zujauchzten, daß ebensowohl aus durcheinander geschüttelten Buchstabenzeichen eine Ilias als aus dem blinden Begegnen der Atome eine lebenerfüllte Welt hervorgehen könnte, suchten sie früh nach einem Grundsatz, durch welchen man die anscheinende Zweckerfüllung der Schöpfung mechanisch erklären könne. Empedokles schon erkannte dunkel, daß wohl das Bestreben, sich zu erhalten und mit der Umgebung in ein Gleichgewicht zu gelangen, der Grund dieser mysteriösen Erscheinung sein möge,

und Xenokrates sprach ganz unumwunden aus, daß das Zweckmäßige sich aus der Begegnung zahlreicher Anfänge heranbilde. Weit über zwei Jahrtausende reichen somit die ersten Ahnungen der neueren Weltanschauung zurück. Bei Aristoteles finden wir in der ebenerwähnten Gebißfrage eine nicht mißzuverstehende Hindeutung auf das Prinzip der natürlichen Zuchtwahl, welches er indessen ablehnte.

Mit jenen rohen Anfängen einer Entwicklungslehre tauchen, wohl ebenfalls auf die Betrachtung der geschichteten Erdrinde und ihrer Versteinerungen gestützt, die Grundlagen einer Katastrophenlehre auf, die derjenigen nicht unähnlich ist, die man bis vor vierzig Jahren bei uns verfochten hat. Daß die Vertheilung von Wasser und Festland nicht immer dieselbe gewesen ist, wie heute, lehren die Muschelreste der Tiefen wie der Bergschichten zu offenbar, als daß man es hätte übersehen können. Daher nahmen denn auch die meisten Philosophen der alten Zeiten periodische Umwälzungen und Erdrevolutionen, sei es durch Feuer- oder Wassergewalt, an, welche natürlich eine jedesmalige Zerstörung der Lebewelt und nachmalige Erneuerung derselben im Gefolge haben mußten. Einige, wie Orpheus, Heraklit und Plato, glaubten sogar an eine regelmäßige Periode solcher Umwälzungen und nannten den geträumten Zwischenraum von 10 oder 120 Jahrtausenden ein Weltenjahr. Im Gegensatze jedoch huldigten schon einzelne alte Philosophen, wie Anaxagoras und der Pythagoräer Okellus, der neuerdings von Lyell zur unbedingten Geltung gebrachten Ansicht, daß der Weltprozeß immer seinem regelmäßigen Gange gefolgt sei, und daß sich die gewaltsamen Veränderungen stets nur auf kleinere Theile erstreckt hätten.

Demokrit, Epikur und auch Lucrez, ihr redegewandter Dolmetscher, dem wir manches Motto für dieses Buch entlehnen konnten, waren ebensoweit entfernt von jenem rohen Materialismus, um den sie von unkundigen Gegnern aller Zeiten geschmäht worden sind, als von dem krassen Aberglauben, welchen das Alterthum auf Grund untergeschobener Schriften dem lächelnden Weisen von Abdera andichtete. Andererseits trieb ein dem Menschen tief eingewurzeltes ethisches Bedürfniß auch sie zur Götterverehrung und beinahe nirgends hat dieser Gemüthsdrang einen so reinen Ausdruck gefunden, als gerade bei dem verrufenen Epikur. Ihm schreibt man das schöne Wort zu, daß der wahre Atheist nicht derjenige sei, welcher die Götter des Volkes verwerfe, sondern der, welcher sie anbete. Seine Götter schuf nicht die Furcht, sondern eine freie Regung des Herzens; sie greifen weder in das Getriebe der Welt, noch in die Schicksale des Menschen ein; ob irgend ein Zusammenhang bestehe, wird als offene Frage betrachtet.

Eine Verbindung von Gott und Welt, oder besser ausgedrückt, eine innige Durchdringung der gesammten Natur mit einer von Anfang an zu harmonischen Bildungen führenden Schöpferkraft strebte früh die stoische Schule an, indem sie die Weltordnung, wie sie sich nach unveränderlichen Naturgesetzen entfaltet

hat, als in ihrer ersten Ursache, dem Logos spermatikos, gegeben ansah. Man würde aber dieser philosophischen Ansicht Unrecht thun, wenn man glauben wollte, es sei dabei an die Verwirklichung ausgeführter, formhabender Pläne, etwa wie sie in den ewigen Ideen des Plato dem Weltschöpfer vorschweben, gedacht worden. Nicht der bestimmten und ausgearbeiteten Form, sondern nur der Möglichkeit nach ruhete die Welt der Stoiker schon in ihren Keimen, und die Harmonie des Weltganzen ergiebt sich eben als die Folge der Alles durchdringenden Gesetzmäßigkeit (Logos). Sogar die Bibel scheint diesem bedeutenden Gedanken in ihrem Spruch: „Im Anfang war das Wort" Rechnung tragen zu wollen. Mehr oder weniger unmittelbar auf diesen Grundgedanken ruhete die erhabene Weltanschauung eines Seneka und ging der Pantheismus hervor, dem Plinius im Eingange seiner Naturgeschichte die schönen Worte gewidmet hat: „Die Welt und jenes Unbestimmte, was man den Himmel nennt, in dessen Umwölbung Alles lebt, muß man füglich für eine Gottheit halten, für ewig, unermeßlich, die nie hervorgebracht worden ist, und nie aufhören wird, zu sein."

Diese versprechenden Keimlinge einer freieren und sachlicheren Weltauffassung wurden durch den Rigorismus des aufsteigenden Christenthums auf anderthalb Jahrtausende vollkommen erstickt, die Erde zum Jammerthal, die Natur zu einem Gegenstande der Verachtung herabgewürdigt, denn sie galt ja mit dem vom Menschen herabgezogenen Fluch behaftet. Sein Körper selbst schien ihm das Verächtlichste von Allem und dessen Vernachlässigung und Peinigung galt als Religionsübung. Die Philosophie und Naturforschung schrumpften zu Karikaturen ein. Die Ahnungen alter Philosophen, daß die Erde rund, rings bewohnt, ein ewiger Weltkörper unter anderen Sternen, daß sie sich vielleicht um die Sonne bewege, daß es noch andre bewohnte Welten geben könne, daß die Kometen Weltkörper mit regelmäßigen Bahnen seien, wie Seneka so klar aussprach, alle solche Meinungen galten für ketzerhaft. Schon in den ersten Jahrhunderten zeigt die mächtig gewordene Kirche, daß ihre Autorität eine sündhafte Wissenschaft nicht dulde, sie verdammte die Meinungen, daß der Tod schon vor Adam in der Welt gewesen sein könne, daß es Gegenfüßler geben könne, von denen die Bibel nichts wisse, oder daß es Menschen geben könne, zu denen das Evangelium nicht gedrungen sei. Die Weltanschauung kehrt wieder zu längst überwundenen Kindheitsstufen zurück; von Neuem werden die Gestirne belebte Wesen, die zu einander Stellung nehmen, um dem Menschen sein Schicksal zu verkünden; die Kometen sind Drohboten Gottes; die ganze Natur belebt sich noch einmal in unheimlicher Weise; Elementargötter tauchen auf und werden dem Menschen dienstbar, indem sie ihm für das Heil seiner Seele die Zauberkräfte der Thiere, Pflanzen und Steine zu erkennen geben; der Teufel tritt von Neuem schöpferisch und mächtig auf, kurz jede Ahnung einer Gesetzmäßigkeit in der Natur schwindet.

Nur bei den Arabern erhielten sich Spuren der alten Philosophie und

insbesondere wird jene Weltanschauung, welche die Formung und Beseelung der Welt als eine allmälige Durchseelung mit göttlicher Kraft auffaßte, gepflegt. Die Kraft des Urschöpfers dringt nach dieser Ansicht der Araber des zehnten Jahrhunderts bis zum Mittelpunkte der Erde, dem eigentlichen Mittelpunkte des Alls. Von da beginnt eine Rückströmung der Kraft, welche die Entwicklung der Dinge vom Mittelpunkte zur Folge hat. Durch diese Rückströmung wird eine stufenweise Fortbildung vom Steine mit Vorwiegen des erdigen Elementes, zur Pflanze mit Vorwiegen des wässrigen Elementes, zum Thiere, in welchem das feurige Element in der Blutwärme zum Vorschein kommt, erzeugt. Auf der ersten Stufe wird die Mannigfaltigkeit der Mineralien und Steine durch verschiedenartige Mischung des Erdelementes erklärt; die Metalle gehen aus einer Vereinigung von Quecksilber und Schwefel hervor, welche die Alchemisten auch künstlich bewerkstelligen zu können hofften. Als ein Uebergang vom Mineral zur Pflanze wurde das Ruinengrün betrachtet, jene allerdings sehr einfach gebaute einzellige Luftalge, welche als grüner Ueberzug in der feuchten Jahreszeit die Wetterseite der Baumrinden und Mauern bekleidet. Man hielt dieselbe gleichsam für einen elementar aufgrünenden Staub. Die Pflanze bildete den nächsten Stufenkreis, an dessen Spitze die Palme gestellt wurde, weil sie (nach Ansicht der Araber) allein zur Trennung der Geschlechter vorgeschritten sei. Zu den sieben Kräften der Pflanze käme bei den Thieren noch eine achte, die Zeugungskraft, doch finde in vielen Fällen auch Selbstentstehung statt. Die oberste Spitze der Thierwelt nähmen die Kunstthiere ein, welche in ihrem ganzen Wesen eine tiefe Weisheit offenbaren, so die Biene in ihrem mathematisch berechneten Zellenbau. Im Menschen endlich werde, wie in einem Mikrokosmos, das stufenweise Schöpfungswerk wiederholt, und deshalb wirkten auf seine erste Entwicklung die Gestirne und der Zustand der gesammten Welt ein. In diesem phantastischen Gebäude sieht man immerhin die moderne Weltauffassung sich in nebelhafter Weise andeuten.

Natürlich war diese Weltanschauung der Araber gänzlich vom Zweckbegriffe durchsättigt, denn sie waren es ja, welche der christlichen Welt den eigentlichen Philosophen des Zweckes, Aristoteles, erst wieder zugänglich machten, um noch ein Jahrtausend hindurch die gesammte Wissenschaft zu beherrschen und mit scholastischer Spitzfindigkeit ausgelegt zu werden. Aber die Tage des Autoritätglaubens waren gezählt, als die Buchdruckerkunst erfunden, das Dasein der Gegenfüßler trotz der Unkunde der Bibel durch Kolumbus bewiesen war. Freilich wurde die unheilvolle Bundesgenossenschaft der teleologischen Philosophie des Stagiriten mit der Autorität der Bibel erst zerrissen, als sich einzelne Geister zur Beobachtung der Natur zurückwendeten, und Kopernikus 1543 unwiderleglich nachwies, daß nicht die Sonne um die Erde, sondern die Erde um die Sonne wandele. Es war der härteste Schlag, welcher je der teleologischen Weltanschauung und den Religionen im

Allgemeinen versetzt worden ist, dieses Herausreißen aus dem Mittelpunkts-Traume, und es ist zu verwundern, daß sie sich, wie es doch geschah, noch einmal von diesem Schlage erholen konnten. Aber die Welt des Aristoteles mit ihren kryſtallenen Sphären war nicht mit einem Male zertrümmerbar, und die Kirche fand einstweilen in dem Beharrungsvermögen der Geister und in dem Zeugniß der Sinne mächtige Stützen. Freilich fehlte es nicht an kühnen Geistern, welche alsbald die aus der Entdeckung des Kopernikus folgenden weitern Schlüsse zogen, und vielleicht den Machthabern der Kirche erst zeigten, welche Gefahren die neue Lehre in sich berge. Mit einer für seine Zeit und seinen Stand doppelt bewunderungswürdigen Kühnheit schwingt sich der Dominikanermönch Giordano Bruno auf den neugewonnenen Standpunkt und faßt, Aristoteles und die Scholastiker verspottend, von diesem freieren Gesichtspunkte das Weltproblem an. Die Erde, als ein Begleiter der Sonne, die wieder ein Stern ist unter unzähligen Sternen, in dem erweiterten All mit einem Male weit aus dem Mittelpunkte herausgeschleudert, büßt mit dieser Entthronung alsbald den Glorienschein des „auserwählten" Weltkörpers ein. In seiner Zuversicht auf die Zweckerfüllung der übrigen Welt kehrt Bruno zu den ältern Philosophen zurück und schließt sich dem Empedokles an, der an eine allgemeine Durchseelung der Materie glaubte, die sie befähige, aus sich selber heraus und zum Vollkommeneren fortschreitend, lebende und empfindende Wesen hervorzubringen. Die Kirche erkennt die drohende Gefahr, der kühne Denker wird 1600 auf dem Scheiterhaufen stumm gemacht, Galilei, sobald er Miene macht, ihm nur in den ersten Schritten zu folgen, mit einem ähnlichen Schicksale bedroht.

Bald nachdem der Weg der Beobachtung, durch welchen Kopernikus die neue Zeit des Wissens hereingeführt, durch Galilei und Kepler mit Riesenschritten gefördert war, baute Spinoza, von den Grundgedanken des Bruno ausgehend und eine Methode benützend, die vor ihm Carteſius mit vielem Glücke angewendet, ein philosophisches System, welches alle vor ihm dagewesenen und nach ihm gekommenen in großartiger Einfachheit und Wahrheit überbietet. Es ist der Gedanke des Monismus, der unzertrennlichen Vereinigung von Kraft und Stoff, welcher diesem Meisterstücke zu Grunde liegt und in ihm zum ersten Male mit voller Klarheit und Folgerichtigkeit ausgesprochen erscheint. Die unerschaffene, mit allen im Weltprozesse hervortretenden Kräften von Anfang an begabte Urmaterie nennt er Gott. Zwei Eigenschaften treten zunächst allein bezeichenbar hervor, die unendliche Ausdehnung — nach außen — das Allgemeine Denken — nach innen. Als allgemeines Denken bezeichnete er die Gemeinschaft der Kräfte, weil sich dieselben im Laufe der Weltbildung zu innern Wirkungen steigern, die wir als Denken bezeichnen. In demselben Maße, wie die Substanz in immer höheren Formen erscheint, schreitet auch dieses innere Denken fort, um im Menschen dann eine höchste Stufe als Selbstbewußtsein zu erreichen. Zu dem

großen Gedanken der Einheitssetzung von Stoff und Kraft gesellte sich hier als nicht minder gewaltiger Nachfolger die Einheitssetzung der Naturkräfte und damit die Erkenntniß, daß der menschliche Geist keine neue Erscheinung, sondern nur eine mit der äußern, körperlichen Ausbildung schritthaltende Steigerung des „allgemeinen Denkens" sei. Spinoza erkannte die Umwandlungsfähigkeit der Kräfte um so klarer, als er genau wußte, daß der Mensch die als Licht-, Schall- und andere Schwingungen durch die Thore seiner Sinne gedrungene Kenntniß der Außenwelt nur als Veränderungen seines Körpers empfindet und bewahrt.

Da Spinoza seine Substanz erst im Menschen zum Selbstbewußtsein gelangen läßt, so ist bei ihm der Zweckbegriff in seiner äußerlichen Anwendungsweise von vornherein ausgeschlossen. Niemand hat mit schärferer Lauge dieses unersättliche Zweckfuchen in der Natur übergossen, Niemand klarer dargethan, daß es auf eine von der menschlichen Handlungsweise abgeleitete Umkehrung von Ursache und Wirkung hinausläuft. Wir meinen die oberflächliche Anwendung dieses Schlusses, die sich am Ende nicht scheut, die Güte Gottes zu bewundern, welche an den meisten Städten auch einen großen Fluß vorbeigeführt habe, und in den siamesischen Zwillingen den Nutzen erkennen würde, Menschenfressern die Möglichkeit zu gewähren, auch einmal ein Vielliebchen zu essen. Da er aber von einem Fortschreiten im Allgemeinen redet, und in seiner Analyse der Leidenschaften von dem Selbsterhaltungstriebe als bewegendem Hauptgedanken in der Welt redet, so erkennt er allerdings gewisse allgemeine Ziele in der Natur an, und ich sehe nicht, wie man ohne denselben den Weltprozeß denken wollte.

Neben diesem gewaltigen Denker, der die Gottheit in seinem Geiste erwachen sah, erscheint sein Nachfolger im Reiche der Philosophie, Leibniz, ziemlich kläglich. Derselbe hatte allerdings auch eine gewisse Vorstellung von der Nothwendigkeit der monistischen Auffassungsweise, aber indem er dabei dem Geiste den Vorrang ertheilen zu müssen glaubte, fiel er sogleich in den Dualismus zurück. Das Böse und Unzweckmäßige in der Welt, welches überall den Glauben an einen Gott erschüttert und ihm den Teufel als Sündenbock zugesellt hatte, übte zuletzt noch seine Bosheit an dem Ersatz der Religionen, an der Philosophie. Spinoza in seiner Klarheit war leicht über diese Schwierigkeit hinweggekommen, indem er erkannte, daß Gut und Böse, Zweckmäßigkeit und Unzweckmäßigkeit nur Einkleidungsformen des menschlichen Auffassungsvermögens seien, aber Leibniz fand sich nicht so leicht zurecht. Mehr Mathematiker als Philosoph suchte er, als ihm die Frage, warum Gott eine so wenig vollkommene Welt geschaffen habe, von Sophie Charlotte, der „philosophischen Königin", vorgelegt wurde, dieselbe als Rechnungs-Aufgabe zu fassen, und meinte, der Schöpfer habe von allen möglichen Welten diejenige, in welcher die Summe der Uebel am kleinsten wäre, in's Dasein gerufen. Mit nur zu gutem Grunde hat Voltaire in

seiner Candide diese beste Welt des deutschen Philosophen lächerlich gemacht. Womöglich noch unglücklicher war dieser große Mann in seinen fortgesetzten Bestrebungen Theologie und Philosophie zu vereinigen, indem er das von Spinoza so einzig behandelte Problem der Einheit von Geist und Körper in seiner Monadenlehre als eine blos scheinbare Uebereinstimmung, als eine vorbestimmte Harmonie bezeichnete. In diesen Monaden, die als Grundelemente des innern Seins aufgefaßt wurden und wie die Körperwelt eine Reihe bilden sollten, vom einfachsten Dinge bis zu der höchsten Monade, die wir Gott nennen, sollten von Anbeginn die Bedingungen der inneren Entwicklung derartig gegeben sein, daß in dem zum Selbstbewußtsein gelangten Geiste eines Menschen in demselben Augenblicke z. B. das Gefühl der Liebe erwacht, in welchem ihm ein liebenswerther Gegenstand entgegentritt, ohne daß eine andere Beziehung und nähere Einwirkung des äußern auf den innern Vorgang dabei stattfinde, als die durch die prästabilirte Harmonie bedingte Gleichzeitigkeit der beiden Vorgänge. Man kann diese tolle Idee, bei deren Ausbildung es sich wesentlich nur darum handelte, das Zugeständniß zu vermeiden, daß von fremden Körpern ausgehende Kräfte jemals in geistige Bewegungen verwandelt werden könnten, als eine Quintessenz der dualistischen Philosophie bezeichnen, und als solche gebührte ihr auch in dieser kurzen Uebersicht eine Erwähnung. Das Merkwürdige ist, daß eine solche Auffassung grade ausgehen konnte von dem Denker, welcher das in unsrer Zeit zu so großer Bedeutung und allgemeiner Würdigung gelangte Gesetz von der Unsterblichkeit und Umwandlungsfähigkeit der Kraft zuerst deutlicher ausgesprochen hatte.

Glücklicher war Leibniz in seiner Betrachtung der Erde als eines ehemals feuerflüssigen, nachher mit einer langsam erstarrenden Kruste, auf die sich die ersten Gewässer niederschlugen, bedeckten Weltkörpers, in welcher er sich aber nur der bereits 1685 von Cartesius entworfenen Urgeschichte der Erde anschloß. Das allmälige Hervortreten des Festlandes aus dem allumfließenden Wasser leitete Leibniz aus dem Eintreten desselben in Blasenräume der Kruste ab. Ueber die fernere Bildung der geschichteten Erdoberfläche hatte 1669 Nikolas Steno, ein Däne, sehr verständige Ansichten in einer seinem Zeitalter weit vorauseilenden Klarheit und Unbefangenheit vorgetragen, indem er diese Schichten für aus dem Wasser allmählich niedergeschlagene Schlammmassen erklärte, die demnach anfangs überall eine horizontale Lagerung gezeigt haben müßten, bevor sie durch von unten empordringende vulkanische Kräfte theilweise gehoben und aus ihrer natürlichen Lage gebracht worden seien. Er ist als der eigentliche Begründer der Wissenschaft von der Erdschichtung zu betrachten.

Diese allmälig sich neu emporarbeitende Anschauung, daß die Erde nicht plötzlich erschaffen, sondern nach und nach zu dem geworden, was sie ist, sollte nunmehr durch die Forschungen Newton's zu einer Verallgemeinerung auf

das Weltganze geführt werden, die Vorgeschichte der Erde in einer Vorgeschichte der Welt ihre Einleitung erhalten. Newton, indem er das Facit der Beobachtungen von Kopernikus und Galilei, von Tycho Brahe und Kepler zog, hatte die allgemeine Schwere als eine das gesammte Weltall durchdringende, seine Theile zusammenhaltende und ihre Bewegungen regelnde Kraft nachgewiesen. So entzog sich zuerst das gefeierte Wohnreich der Götter, das Himmelsgewölbe mit den darin kreisenden Weltkörpern den Träumen der Zweckmäßigkeitssucher und ihrem den Göttern übergebenen Willkürsregimente. Soweit das neue Organ des Fernrohrs drang, begegnete es nur den Zeugen einer unabänderlichen Nothwendigkeit und jener Regelmäßigkeit, welche nur Folge einer tiefen Gesetzlichkeit sein kann. Die Teleologen ergriff ein Grauen bei der nähern Erkenntniß von Welten, die nicht geeignet schienen, von menschenähnlichen Wesen bewohnt zu werden, und für die man erst Phantasiemenschen erfinden mußte. Als Erzeugniß dieser ängstlichen Zweckmäßigkeitssucherei im Weltall erscheinen die Dialoge von der Mehrheit der bewohnbaren Welten von Fontenelle und Andern, die ihren Frieden mit Kopernikus, Kepler und Newton gemacht hatten und doch den Satz halten wollten, daß die ganze Welt dem Menschen zu Nutz und Frommen erschaffen sei.

Wiederum ward der neugewonnene Standpunkt von den Philosophen vertieft. Der große Königsberger Denker unterzieht den Weltbau seiner kritischen Betrachtung. In den Bewegungen der Planeten und Monde um ihre Centralkörper erblickt er eine derartige Uebereinstimmung, daß er keinen Anstand findet, in den Bewegungen des ganzen Sonnensystems nur die Fortsetzung einer gleichmäßig empfangenen Schwungkraft zu erkennen. Kant kommt zu dem Satze: „Gebt mir Materie und ich will eine Welt daraus bauen" und er hält dieses Versprechen und führt im einzelnen aus, wie sich eine anfangs dunstförmige Materie immer von derselben Grundkraft bewältigt, zu sphärischen Körpern formt, wie sich von ihnen kreisende Ringe sondern, um Planeten zu bilden und von diesen Trabanten und Monde, immer nach demselben Gesetz. Zu dem Aufbau seines gesammten kosmogonischen Systemes, dem die undankbare Nachwelt gewöhnlich den Namen eines viel späteren Verbesserers, den des großen Laplace, beilegt, benützte Kant keine sogenannten Zweckursachen, bewies vielmehr, daß im Weltbau und Weltwerden nur mechanische Kräfte wirksam und spürsam seien, daß die Erde nicht nur außerhalb der örtlichen, sondern auch der intellektuellen Weltmitte falle, und als verschwindender Theil des Ganzen; nicht als sein Ziel betrachtet werden dürfe. Nachdem er 1755 versucht, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes" nach Newton'schen Grundsätzen abzuhandeln, betonte er wiederholt, daß die Naturforschung die Aufgabe habe, diesen selben Mechanismus, den er im Bau des Weltalls so klar erkannt, in der gesammten Natur zu suchen, wenn er auch durch den Stand der zeitgenössischen Naturforschung immer wieder genöthigt wurde, anzuerkennen, daß, obgleich für

die Erscheinung der unorganischen Natur das mechanische Princip vollkommen auszureichen scheine, man doch in Betreff der organischen Schöpfung noch das teleologische Princip zu Hülfe rufen müsse. Die dämmernden Umrisse dieser mechanischen Erklärung der Lebewelt sah er voraus und wies ausdrücklich auf die vergleichende Anatomie, welche im Bau so vieler Thiere einen übereinstimmenden Charakter nachweise, hin. „Die Analogie ihrer Formen", sagte er wörtlich, „verstärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinsamen Urmutter durch die stufenartige Annäherung einer Thiergattung zur andern von derjenigen an, in welcher das Prinzip der Zwecke am meisten bewährt zu sein scheint, nämlich dem Menschen, bis zum Polypen, von diesem sogar bis zu den Moosen und Flechten und endlich zu den niedrigsten uns merklichen Stufen der Natur zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechanischen Gesetzen (gleich denen, danach sie in Krystallerzeugungen wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organisirten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Prinzip zu denken genöthigt glauben, abzustammen scheint." Schon im Jahre 1790 wies Kant darauf hin, daß die Vorweseukunde vielleicht unsere heutige Lebewelt als die Ueberreste einer großen Familie nachweisen könnte, in deren Verwandschaftsverhältnissen dann der Mechanismus deutlicher sein würde. Bis hierher sehen wir in Kant den wahren Erben Spinoza's, den Vorgänger Darwin's, aber der Gedanke war zu einfach schön, um ausgedacht zu werden, und Kant wendete sich zur teleologischen Auffassung zurück, seine Kraft in nicht immer glücklichen Anstrengungen erschöpfend, das menschliche Erkenntnißvermögen in Zweifel zu ziehen, und die Phantasie- und Willkürwelten seiner Nachfolger Fichte, Hegel und Schopenhauer, wie diejenigen deren jüngster Geistesenkel, vorzubereiten.

Die Vorweseukunde und Erdbildungsgeschichte, auf welche Kant verwiesen hatte, waren inzwischen aus dem ältern Zustande der Träumereien langsam in den Weg des Studiums eingelenkt. Wie bei so vielen andern Wissenschaften finden wir, daß auch hier der Scharfsinn des Alterthums der Wahrheitserkenntniß viel näher kam, als der spitzfindige Autoritätsglaube des Mittelalters. Während Xenophanes und andre Philosophen des Alterthums die Fossilien, ohne Vorurtheile daran zu knüpfen, als die Ueberbleibsel einer älteren Lebewelt auffaßten und darin nur den Beweis erkannten, daß weit vom Meere entfernte und über seinen Spiegel erhobene Orte ehemals von demselben bedeckt gewesen sein müßten, wollten heidnische und christliche Schriftsteller der späteren Zeiten, einer Idee des Theophrast folgend, darin entweder wirkliche unterirdische Thiere und Pflanzen erblicken, die aus in Erdspalten gelangten Samen entstanden und ausgewachsen seien, oder sie als in Fels verkörperte platonische Ideen, oder gar als bloße „Naturspiele" wie sie die Natur erzeuge, als Schöpfungen eines der Materie allgemein eigenthümlichen

Bildungstriebes, oder als Erzeugnisse eines das Erdinnere durchströmenden belebenden Hauches (Aura seminalis) betrachten. Es dämmerte die Vermuthung auf, daß sie vielleicht die ersten Versuche der Natur, lebensfähige Wesen zu bilden, vorstellen möchten, und noch 1819 bezeichnete sie C. von Raumer als eine Entwickelung „nie geborner Embryonen". Einzelne dieser Träumer scheinen sogar nicht abgeneigt gewesen zu sein, die Petrefakten für eine Art Steinmodelle, an denen der Schöpfer gleichsam seine Kraft geübt und Vorstudien gemacht habe, zu betrachten. Die vorurtheilsfreiere Auffassung der Philosophen des Alterthums gewann von Neuem Kraft in Boccaccio, Leonardo da Vinci, Bernhard de Palissy und andern aufmerksamen Naturbeobachtern, welche zum Theil durch Kunststudien veranlaßt, die Abformung natürlicher Körper im Thon und mit Gypsschlamm studirt hatten. Sie erkannten immer deutlicher, daß es sich bei den Petrefakten um theils versteinerte, theils abgeformte oder ausgegossene Naturwesen handele, die zum großen Theil von den jetzt lebenden Wesen abwichen und ebenso verschiedenartig seien, als die Schichten, in denen man sie fand. Diese Verschiedenheit der Fossilien selbst in den dicht auf einander folgenden Schichten war schon um 1680 dem Engländer Martin Lister aufgefallen, aber nach der eben angedeuteten Auffassung der Zeit so erklärt worden, daß die verschiedenen Gesteinsarten in ihrer spielenden Nachahmung der lebenden Natur es nach ihrer Beschaffenheit zu mehr oder weniger getreuen Nachbildungen brächten.

Ein offenbarer Fortschritt war demnach schon, daß inzwischen die Petrefakten als Reste wirklicher Lebewesen anerkannt wurden, wenn daran sich zunächst auch ein neuer Irrthum knüpfte, indem man einem Winke des Kirchenvater Tertullian folgend, annahm, alle diese Fossilien stammten aus der sogenannten Sündfluth, die ja die höchsten Berge erstiegen haben sollte, und in der auch sämmtliche Landwesen, mit Ausnahme der von Noah erretteten, den Tod gefunden haben sollten. So wurden die Petrefakten für einige Zeit als erwünschte Zeugen für die Wahrheit des mosaischen Berichtes anerkannt, und der Diluvianismus wurde zum Ausgangspunkt zahlreicher erdgeschichtlicher Romane und Träumereien. Burnet und Woodward im siebzehnten, Whiston und viele Andere im achtzehnten Jahrhundert haben diese Sintfluththeorie unter dem größten Beifalle ihre Zeitgenossen ausgeschmückt, bald eine Veränderung der Erdachse, und bald einen mit Wasser gefüllten Kometenschweif zu Hilfe gerufen, ja, Dr. Young und andere orthodoxe Engländer haben noch im neunzehnten Jahrhundert Sintfluthgeruch an den Fossilien wahrzunehmen geglaubt. In gleicher Weise erklärte man die Knochen größerer Thiere für die Ueberreste von Drachen, Greifen, gefallenen Engeln, Riesen und anderen abenteuerlichen Wesen; man nahm wegen der Häufigkeit der im nördlichen Asien ausgegrabenen Mammuthknochen an, daß diese Thiere unter der Erde fortlebten und wollte sie sich emporwühlen gesehen haben, wie den

Maulwurf. Bequemer war es freilich, wie Voltaire und viele Andere thaten, das Vorkommen fossiler Thiere und Pflanzen zu leugnen. Die Muscheln der Alpen, meinte der sonst so scharfsinnige Mann, könnten Pilger verloren haben, und wenn man bei Etampes die Reste von Renthieren und Nilpferden gefunden hätte, so könnten sie wohl aus dem Museum eines alten Naturaliensammlers verloren worden sein und man brauche nicht gleich zu glauben, daß ehemals der Nil und Lappland auf dem Wege von Orleans nach Paris gewesen seien. Allein man fand bald, daß mit diesem Spötteln und Ableugnen die Schwierigkeit nicht gehoben wurde.

Der wichtigste Fortschritt aber war, daß man nach und nach die Verschiedenheit der fossilen von den heute lebenden Wesen erkannte, während die diluvianistischen Theorieen ihre Identität vorausgesetzt hatten. In dieser Richtung hatte der ebenerwähnte Lister einen unläugbaren Scharfblick bewährt, und Robert Hooke, der berühmte Gegner Newton's, sprach mit Sicherheit aus, daß diese Verschiedenheiten zu groß seien, um durch eine einzige große Fluth erklärt zu werden. Er neigte vielmehr der Vermuthung zu, daß einander verschiedene Schöpfungs- und Zerstörungsperioden in der Erdgeschichte gefolgt seien. So habe beispielsweise England früher ganz andere Lebewesen besessen als jetzt, und darunter solche, die deutlich auf ein ehemals wärmeres Klima hindeuteten, und einfach durch das Kälterwerden zum Aussterben gebracht werden mußten. Es bildete sich nach und nach die Lehre von den Erdrevolutionen und Katastrophen heraus, welcher Buffon in seiner 1743 erschienenen „Theorie der Erde" einen beredten Ausdruck gab. Er suchte die Ursache dieser Umwälzungen, deren er namentlich sechs größere zu erkennen glaubte, in den durch die Zusammenziehung der sich stetig abkühlenden Erde wiederholt herbeigeführten Kämpfen der aus den Spalten der Kruste hervordringenden feurigen Massen mit dem Wasser der Erdoberfläche, bei denen die bestehende und in den Ruhepausen ausgebreitete Lebewelt größtentheils vernichtet werden mußte. An Stelle der einen Schöpfung traten somit mehrere aufeinanderfolgende Neuschöpfungen und die Frage nach dem Ursprung des Lebens ward immer dringender.

Durch die Entdeckung des Mikroskopes war man inzwischen mit dem feineren Bau der Lebewesen bekannter geworden, und eine neue kleinste Welt hatte sich erschlossen. Allein eben diese Entdeckungen hatten den alten naiven Glauben an die Möglichkeit einer freiwilligen Entstehung dieser feingebauten Wesen nothwendig erschüttern müssen. Der erste Zweifler war Franziskus Redi in Florenz, der um 1674 bewies, daß die bis dahin angenommene Selbstentstehung von Maden u. dergl. im faulen Fleische, vorher auf demselben niedergelegte Eier von Aasfliegen u. s. w. voraussetzte, wofür er natürlich der Ketzerei geziehen wurde, da im Buche der Richter von der Entstehung eines Bienenschwarmes aus dem Aase eines Löwen geredet wird. Die neue, von Leeuwenhöck entdeckte Welt der Aufgußthierchen bot der Selbstentstehungs-

Theorie eine neue Zuflucht. Und wieder war es die Kirche, welche in der Gestalt des Priester Needham diese heute für so gottlos gescholtene Theorie in Schutz nahm, während ein Zweifler (Voltaire) sie lächerlich zu machen suchte. Spallanzani bewies, daß auch die Infusorien nicht ohne das Vorhandensein von Keimen entstehen und daß sie sich niemals in einer stark gekochten und nachher vor dem Zugange neuer Keime bewahrten Flüssigkeit bilden.

Angesichts dieser Forschungsresultate und des von Harvey, dem großen Entdecker des Blutumlaufs, angebahnten Satzes, daß alles Lebende aus einem Keime hervorgehe, kehrte die Naturphilosophie, welche sich bereits der Entwicklungsidee zugewendet hatte, zu der alten von Heraklides begründeten Theorie der Allbesamung (Panspermie) und Ewigkeit der Formen zurück. Außer Stande, mechanisch die Entstehung eines neuen Wesens zu erklären, half man sich mit der, wie Bonnet meint, „glücklichen" Aufstellung, die Lebewesen seien sammt und sonders seit Anbeginn der Dinge vorhanden gewesen, sei es in der jetzigen Form oder in der Gestalt von überall umherschwärmenden Keimen, die sich nur dort und dann entwickelten, wo und wann es die Umstände gestatteten. Diese bequeme Ansicht, welche alle Arten von Thieren unmittelbar aus der Hand des Schöpfers hervorgehen läßt, sie für unveränderlich hält, und in der beständigen Erzeugung gleicher Wesen aus Samen die ewige Gleichheit der Schöpfung folgerte, vertrug sich am besten mit der Bibel. Die systematischen Naturforscher und noch ein Linné, welcher glaubte, daß Gott mit Ausnahme der Zwitterthiere von jeder Art ein Männlein und ein Weiblein erschaffen habe, konnten sich bei einer solchen Aufstellung vielleicht beruhigen, aber die logisch denkenden Panspermisten waren ferner zu der Annahme gezwungen, daß bereits in dem Körper der Eva alle ihre Nachkommen in kleinster mikroskopischer Gestalt vorgebildet und in einander geschachtelt gewesen seien, eine Phantasie, deren Kühnheit die damals entdeckten Wunder des Mikroskopes erleichterten. Indessen, man muß gestehen, für die Schöpfungsgläubigen ist diese die Männchen und jede Zeugung als Luxus erweisende Theorie ebenso die alleinseligmachende, wie die prästabilirte Harmonie des körperlichen mit dem geistigen Weltgetriebe die letzte Zuflucht der Dualisten bleibt. Leibniz griff die Fortbildung der Panspermie sofort auf, paßte sie den Ansichten Leeuwenhöck's und Hammen's, des Entdeckers der Samenthierchen, in denen eine rege Phantasie ebenfals das junge Lebewesen fertig vorgebildet im Kleinen zu erkennen glaubte, an und benützte sie zu eigenthümlichen religiös-philosophischen Spekulationen über die Unsterblichkeit der Seele und ewiges Leben. Spallanzani, Haller, Bonnet, Linné, fast alle bedeutenden Naturforscher bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts schlossen sich mehr oder weniger eng an diese Lehre an, welche ein Werden in der lebenden Natur läugnete. Bonnet suchte sie aus dem Studium der Blattläuse, die ohne Befruchtung sich weiter vermehren und

Linné aus dem Studium der Pflanzen zu beweisen, deren Blüthe er aus den grünen Theilen, wie den Schmetterling aus der Raupe hervorgegangen wähnte.

Diese philosophische Schule, welche natürlich keine nachträgliche Veränderung des Schöpfungwerkes und keine Wandlungsfähigkeit der ewigen Ideen zugeben konnte, mußte demnach zu künstlichen Hilfsmitteln greifen, um trotz der Unabhängigkeit und Constanz der einzelnen Formen ihre Familien-Aehnlichkeiten und die Uebergangsformen zu erklären, die es fast erlauben, die Thiere und Pflanzen in einer geschlossenen Stufenreihe anzuordnen. Leibniz und Bonnet glaubten dieses Verhalten dadurch erklären zu können, daß der nach einem bestimmten Plane thätige Schöpfer bei seinem Werke von einfacheren Formen zu unmerklich höher stehenden übergegangen sei und so in einer fast lückenlosen Reihenfolge niedere und höhere Wesen erschaffen habe, die an sich ohne innere Verwandschaft und unveränderlich seien. Bonnet gab allenfalls mit Linné und Gmelin (darin einer Idee älterer Teleologen folgend) zu, daß vielleicht geschlechtliche Vermischung der ursprünglich weiter auseinanderstehenden Schöpfungsformen die Mittel- und Uebergangsformen hervorgebracht haben könnten, die also als Bastarde betrachtet werden müßten. Dieser Erklärungsversuch war nicht auffällig für eine Zeit, in der man an eine fast unbeschränkte Vermischbarkeit der Lebewesen glaubte, ja er muß als ein Fortschritt bezeichnet werden, sofern sich in ihm die Erkenntniß und Anerkennung der in der Natur hervortretenden natürlichen Verwandschaften aussprach, aber er konnte, wie wir bei Kant sahen, die Geister nicht auf die Dauer befriedigen.

XXI.

Die Descendenz-Theorie.

Wo milder Himmel nimmt in sanfte Hut,
Warmbuf'ge Erde säugt die junge Brut,
Wird jeder Sproß mit höh'rer Macht geboren,
Dem Fortschritte kein Augenblick verloren:
Dem Klima trotzend und der Länder Streit
Wächst die Natur mit Flügelkraft der Zeit.

Erasmus Darwin.

Wenn man dem Aufdämmern der neuen, von den Banden der Ueberlieferung befreieten Weltanschauung nachgehen will, so muß man in jene Renaissance-Zeit zurückkehren, in welcher der durch den Blick auf die antike Welt gekräftigte Menschengeist den Autoritätsglauben verwarf und durch unerhörte Entdeckungen am Himmel und auf Erden zu einem selbstbewußten Vorgehen auch im Gebiete der Philosophie befähigt wurde. Nicht genug ist bisher meines Erachtens der Einfluß berücksichtigt worden, den damals die Erkenntniß des Reichthums der neu entdeckten Welten an unbekannten Thier- und Pflanzenformen auf die Auffassung der lebenden Natur ausübte. Wie waren dieselben über die ungeheure Wasserwüste aus dem Paradiese dorthin gelangt, wie der allgemeinen Fluth entgangen, wie verhielt sich die ganze dortige Flora und Fauna zu derjenigen der alten Welt? Wie ich an anderen Orten ausführlicher gezeigt habe, knüpfte sich an diese Frage schon im sechszehnten Jahrhundert die Erkenntniß einer Thier- und Pflanzen-Geographie, und nachdem Baptista Porta in seiner 1588 erschienenen Phytognomonica die allgemeinen Grundsätze derselben erörtert und gezeigt, daß jedes Land seine ihm eigenen Thiere und Pflanzen erzeuge, und daß beim Auswandern der letzteren ihre Natur der neuen Heimath entsprechend umgeändert werde, konnte der berühmte Reisende und Eroberer Sir Walther Ralegh in seiner „Geschichte der Welt" seine Meinung, daß die amerikanischen Vierfüßler und Vögel ebenso wie die Menschen klimatische Abänderungen der ursprünglichen und altweltlichen Formen seien, aufstellen und näher begründen.

Diese Aufstellung war der Kirche und der damals in der Naturwissenschaft herrschenden Schule der Diluvianisten sehr willkommen, denn die letztere hatte sich bereits viele Sorgen gemacht, wie sie den gewaltigen Zuwachs an Thierformen in dem beschränkten Raum der Arche Noah's unterbringen sollte. Man griff daher mit leichtverständlichem Eifer zu der Meinung, daß nicht alle die unzähligen Angehörigen der großen Familie der Hunde, Katzen, Schafe, Spechte, Papageien u. s. w. selbständige Schöpfungsformen seien, sondern daß blos die „Ur- und Wurzelformen" dieser Arten, wie Matthäus Hale um 1660 sich ausdrückte, ursprünglich erschaffen seien und von Noah erhalten zu werden brauchten, da von ihnen die bunte Mannigfaltigkeit der andern abgeleitet werden könnte. Diese von hervorragenden Kirchenschriftstellern der Zeit gebilligten Ideen fanden im vorigen Jahrhundert an Buffon in seiner Naturgeschichte einen beredten Vertheidiger, obwohl sich derselbe später wieder der Ansicht von der Unveränderlichkeit der Arten zuwendete. Auf diese alte theologische Idee bezieht sich nämlich, was Buffon an vielen Stellen seines großen Werkes über den Adel der (unmittelbar erschaffenen) Grundformen und über das Degeneriren und Ausarten in den klimatischen Nebenformen sagt, worin ihm Bonnet beipflichtete.

Von anderen Gesichtspunkten ausgehend und darum viel selbstständiger war der französische Consul Benoît de Mallet († 1738) in seinem erst 1743 erschienenen Werke Telliamed zu einem ersten consequenten, wenn auch höchst phantastischen Entwurfe der Descendenz-Theorie gelangt. In vieler Hinsicht weit über seine Zeitgenossen hervorragend, legte er dar, daß die Versteinerungen nicht Ueberreste der Sintfluth, sondern eines Meeres seien, welches einst die ganze Erde bedeckt und sich allmälig vermindert habe. Die Richter-Thomson'sche Hypothese über den Ursprung des Lebens auf der Erde vorwegnehmend, ließ er die Keime der ersten Thiere und Pflanzen von fremden Weltkörpern in dieses Meer hinabregnen. Folgerecht mußten demnach alle Landwesen, Menschen, Thiere und Pflanzen von ursprünglichen Meereswesen abstammen, und hier unterscheidet er sich vortheilhaft von seinem Vorgänger, dem alten Anaximander, darin, daß er die Meereswesen nicht einfach als Chrysaliden figuriren läßt, aus denen die neuen Geburten ausgeschlüpft seien, sondern annahm, daß von ihnen einzelne unter Tausenden sich langsam an das Luftleben gewöhnt hätten und, durch einen amphibischen Zustand hindurchgehend, zu luftathmenden Thieren geworden seien. Man hat oft darüber gespöttelt, wie leicht er sich die Verwandlung eines fliegenden Fisches in einen Vogel ausgemalt hat, aber dem geistreichen Manne damit entschieden Unrecht gethan. Mit gutem Grund berief sich der Verfasser auf die Analogie des Bauplans von Fisch und Vogel: die Brustflossen des ersteren entsprächen den Flügeln und die Bauchflossen den Beinen, und er hob hervor, daß die Verwandlung der flügellosen Raupe in den geflügelten Schmetterling viel wunderbarer sei.

Man hätte denken sollen, daß die damals fast zur Modesache gewordene Bewunderung der Frosch- und Insektenmetamorphose die Ansichten von dem Vorerschaffensein der Wesen, die sogenannte Präformationstheorie, welche kein Werden in der Natur zuließ, hätte erschüttern müssen, aber gerade an der Insekten-Metamorphose erläuterten die Hauptvertreter jenes Dogmas, Swammerdamm, Bonnet, Haller u. A., daß der Schmetterling in der Puppe, diese in der Raupe und jede folgende Generation in der vorigen stecke, daß es mithin keine Neubildung in der Natur gäbe, und die Keime der jetzt lebenden Menschheit schon mit der Stammmutter des Geschlechtes erschaffen und in deren Körper ineinander geschachtelt worden wären. Doch waren die Tage dieses letzten Hinterhaltes der Constanzlehre gezählt, und zu derselben Zeit, in welcher der vielgepriesene Haller die Zahl der am sechsten Schöpfungstage dem Leibe der Eva eingeschachtelten Menschennachkommen auf eine Viertelbillion taxirte, vollendete Caspar Friedrich Wolff in Halle seine aus der Beobachtung geschöpfte Theorie der Zeugung, nach welcher jedes Lebewesen eine Neubildung ist, deren Theile, wie jeder mit seinen Augen sehen könne, nacheinander entstünden und vielfachen Umwandlungen unterliegen müßten, ehe sie ihre endgiltige Gestalt erlangten, daß also von einer Vorausbildung keine Rede sein könnte. Es ist wahr, man wußte diese 1759 veröffentlichte Lehre todtzuschweigen, um jenem von Leibniz und Haller gepflegten Glauben, der auch alle jetzt lebenden Wesen zu eigenhändigen Werken des ersten Schöpfers erhob, getreu zu bleiben, allein der Gedanke einer Umwandlungsfähigkeit der lebenden Wesen, welcher, wie Voltaire spottete, die Naturgeschichte zu einer neuen Ausgabe von Ovid's Metamorphosen zu machen strebe, hatte damit thatsächliche Grundlagen erhalten und verfehlte nicht, bald einen großen Einfluß auf die Naturforschung und Philosophie zu gewinnen.

Von dieser Theorie der Epigenesis ausgehend, entwarf gegen Ende des vorigen Jahrhunderts der englische Arzt und Dichter Erasmus Darwin (1731—1802), der Großvater des Reformators der Biologie, das erste abgerundete System der Abstammungstheorie. Jedes lebendige Wesen, lehrte er, besitze das Vermögen, sich den Anforderungen der Außenwelt gemäß umzuwandeln; so nähmen die Thiere die Farben der Pflanzen oder der unorganischen Umgebung an, in welcher sie sich aufhalten, um besser versteckt zu bleiben, und die Pflanzen schützten sich durch Dornen, Drüsenhaare, harzige und giftige Säfte vor den Angriffen unwillkommener Gäste. Im Laufe zahlreicher Generationen vervollkommneten sich die Waffen und Hilfsmittel verschiedener Thiere, die sie geschickt machten, sich auf besondere Weise ihren Lebensunterhalt zu verschaffen. Andererseits befördere der Kampf um die Weibchen (die geschlechtliche Zuchtwahl) die Ausbildung dieser Waffen, da nur das stärkste Thier Aussicht habe, das Weibchen zu erringen und sein Geschlecht fortzupflanzen. Da aber jedes Wesen eine Neubildung sei, so könne

es auch die körperlichen und geistigen Neuerwerbungen erben und auf diese Weise könnte die Mannigfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen aus wenigen unvollkommneren Urformen hervorgegangen sein. Als Beweis der stattgehabten Umwandlung könnten die rudimentären oder nutzlosen Organe dienen, die nur dadurch verständlich würden, wenn man annähme, daß sie den Organismen in einem früheren Zustand nützlich gewesen und erst verkümmert seien, nachdem sie außer Gebrauch getreten wären. Man ersieht leicht aus diesen Andeutungen, die ich in einem besonderen Buche ausführlich begründet habe, daß Erasmus Darwin in den Jahren 1790—1794 die Grundzüge der fälschlich Lamarck zugeschriebenen Naturauffassung in folgerichtiger Form dargelegt hat, während dem letzteren das Verdienst zukömmt, sie Jahrzehnte später durch zahlreiche Betrachtungen und Untersuchungen gestützt und bis zu den letzten Consequenzen verfolgt zu haben.

Ungefähr um dieselbe Zeit war auch Göthe zu einer ähnlichen, wenn auch weniger klaren Auffassung der lebendigen Natur gelangt. Seit dem Jahre 1780 pries er die Natur als die ewig werdende, immer in Umbildung begriffene, und machte sich über die Panspermisten und Constanzdogmatiker lustig, die schon damals, wie er klagt, den Unsinn wiederholten: „Nichts könne werden, als was schon sei". Von dem Gedanken gedrängt, daß eine gemeinsame Organisation den Menschen mit den höheren Thieren verbinden müsse, wies er 1786 das Vorhandensein des sogenannten Zwischenkiefers beim Menschen nach, dessen Mangel man als Beweis betrachtet hatte, daß der Mensch nicht zu den Thieren gehöre. Es ist geradezu unbegreiflich, daß man, gegenüber den unzähligen, gar nicht mißzuverstehenden Bemerkungen, in denen sich Göthe zur Abstammungslehre bekannte, in der Neuzeit einen heftigen Streit beginnen konnte, in welchem das Verdienst des großen Dichters, die Ideen der neueren Weltanschauung vorausgefühlt zu haben, entschieden geleugnet wurde. „Die Natur", schrieb er unter andern, „kann zu Allem, was sie machen will, nur in einer Folge gelangen. Sie macht keine Sprünge. Sie könnte zum Beispiel kein Pferd machen, wenn nicht alle übrigen Thiere voraufgingen, auf denen sie wie auf einer Leiter bis zur Struktur des Pferdes heransteigt. So ist immer eines um Alles, Alles um eines willen da, weil ja eben das Eine auch das Alles ist." So erklärte er sich auch weitere Eigenthümlichkeiten des menschlichen Schädels als thierische Erbschaften. Als Ursachen der Gestaltenumbildung erkannte er mit Erasmus Darwin die Beziehungen der Lebewesen zur Außenwelt an und drückte dies unter andern deutlich in den Worten aus: „Die Verschiedenheit der Gestalten entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt und man darf daher . . . eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen".

Diese poetisch gehobene und zur Personifikation gesteigerte Betrachtungsweise der Natur als eines sich aus sich selbst heraus entwickelnden, aus dem All-

gemeinen in's Besondere gehenden Allwesens, wie sie unser größter Dichter verkündete, riß die Denker und Naturforscher der Zeit mit sich fort. Sich von Kant, welcher gesagt hatte, wir wissen von den Dingen an sich und außer uns so viel wie gar nichts, lossagend und deutlich an Spinoza anknüpfend, entwickelte später insbesondere Schelling die Grundsätze dieser neuen Philosophie der Natur. Ihre Alles durchdringende Kraft offenbart sich in einem nie ruhenden Bildungstrieb, welcher die Dinge zu einem beständigen Werden hindrängt. Dieselben Kräfte, welche in der unorganischen Welt walten, bedingen auch die Erscheinungen der organischen Natur. Nur ist der Strom derselben, welcher sonst in grader Wellenlinie von Ursache und Wirkung dahinfließt, hier durch eine Selbsthemmung in eine um sich selbst kreisende Bewegung verwandelt, die aus der Ferne einem im allgemeinen Flusse gleichsam ruhenden Strudel darstellt. Das organische Wesen hat eine besondre, sich selbst bestimmende Art des Lebens; dennoch ist es nur ein besondrer Fall des allgemeinen Lebens, denn die ganze Natur ist lebendig und das Todte in ihr ist nicht an sich todt, sondern nur als erloschenes organisches Leben betrachtet. Jene durch eine Steigerung des allgemeinen Lebens in einzelnen Mittelpunkten entstandene lebende Form kann aber nur eine scheinbare Unveränderlichkeit zeigen und der Trieb, der sie bildete, kann in ihr nur vorübergehend aufgehalten sein, nur zeitweilig befriedigt in sich selber ruhen. Er drängt vielmehr weiter und der dadurch in's Dasein gerufene Kampf der Form mit dem Formlosen wird nun einen gewissen Kreis möglicher Gestalten durchlaufen. Die schöpferische Natur begiebt sich in unendlicher Metamorphose in verschiedene Formen und diese Formen müssen als die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen eines und desselben Werdetriebes erscheinen. Die Darlegung der so hervorgebrachten Stufenfolge ist die eigentliche Aufgabe der Naturforschung; sie ist es, durch welche die gesammten Thatsachen unter einem allgemeinen Gesichtspunkt gesammelt werden. Einige Anhänger derselben Richtung, insbesondere Oken und Reichenbach, haben später das ganze Naturreich in ein nach solchen Ansichten ausgearbeitetes Stufensystem eingesargt. Wir erfahren also, daß nach diesen Anschauungen die innere Kraft der Natur, das allgemeine Denken Spinoza's entschieden vorwärts ringt und sehen hier unmerklich den Zweckbegriff wieder einschleichen, denn schon die Devise Blücher's, dieses „Vorwärts", schließt einen allgemeinen Zweck in sich; aber Schelling glaubte mit Oken in dem Naturgange noch ein besondres Ziel zu erkennen. Poetisch schildert er diese allgemeine Kraft als einen Riesengeist, der „versteinert mit allen Sinnen" in der Natur stecke, und sich wie im Halbschlummer dehnend und bewegend „in todten und lebend'gen Dingen, thut mächtig nach Bewußtsein ringen". Endlich gelingt es ihm, und im Menschen findet der Riesengeist der Natur nach langem Traume sich selber: Menschwerdung sei das letzte Ziel der organischen Natur.

Die Folgeschlüsse dieser bei aller phantastischen Ausschmückung der Tiefe

nicht entbehrenden Weltanschauung sind mit größerer Klarheit in den ersten Jahren unseres Jahrhunderts von Treviranus, in mehr mystischer Umhüllung von Oken ausgesprochen worden. Der Erstere verkennt die Forderung nicht, daß die ersten und niedersten Wesen, aus denen die höheren durch Abänderung hervorgegangen seien, durch Selbstzeugung entstanden sein müßten und Oken bezeichnete einen im Meere während der Planetenentwicklung entstandenen Urschleim als den Anfang der organischen Welt. Aber auch nach der andern Seite wurde diese Weltanschauung nicht ohne Abschluß gelassen und vom Menschen behauptete Oken demgemäß, er sei nicht erschaffen, sondern entwickelt.

In einer mehr nüchternen und klareren Darstellung sprach der französische Naturforscher Jean Lamarck ungefähr um dieselbe Zeit gleiche Anschauungen aus. Er erklärte die systematische Eintheilung der Lebewesen in Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten als willkürliche Hilfsmittel des Unterscheidungs- und Uebersichts-Bedürfnisses, aber nicht für in der Natur gegebene Grenzen. Die Arten der Pflanzen und Thiere seien aus Varietäten hervorgegangen und also nur scheinbar beständige Formen von ungleichem Alter. Die Verschiedenheit der Lebensbedingungen, der häufigere und weniger häufige Gebrauch einzelner Glieder sei die Ursache ihrer Ausbildung oder ihres Verlustes, mit einem Worte der körperlichen Veränderungen. So habe sich der lange Hals der Giraffe gebildet durch das beständige Hinaufrecken des Halses nach hohen Bäumen. Im ersten Anfang seien nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden, aus ihnen allmälig höhere und zuletzt diejenigen der höchst zusammengesetzten Bildung. Die ersteren entständen noch heute und füllten die durch das Fortschreiten der übrigen entstandenen Lücken. Der Entwicklungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung sei ein ganz zusammenhängender und keineswegs durch allgemeine, Alles vernichtende Umwälzungen unterbrochen gewesen. Der menschliche Verstand sei keine Ausnahmeerscheinung, denn der Mensch sei aus höheren Affen hervorgegangen, und habe sein Sprachvermögen und seine übrigen geistigen Vorzüge, wie dies schon Lucrez geschildert, nur allmälig erworben.

Ungefähr gleichzeitig mit Lamarck gelangte ein anderer französischer Zoologe und Naturforscher, Etienne Geoffroy de Saint-Hilaire, zu einer ähnlichen Auffassung der organischen Natur, welche er indessen erst später seinen Zeitgenossen vorlegte. Seine Ansichten unterschieden sich jedoch wesentlich dadurch von denen Lamarck's, daß er die Veränderung und Fortbildung der Lebewesen weniger aus einer innern Thätigkeit, als vielmehr durch die Einwirkungen der sich verändernden äußern Lebensbedingungen der fortschreitenden Welt ableitete. Seit den Tagen, in denen sich die ersten Lebenskeime entwickelten, ist die Welt offenbar eine ganz andere geworden, und diesen Veränderungen der Erde und ihrer Lebensbedingungen schreibt Geoffroy einen

vorwiegenden Einfluß auf die Fortbildung der Lebewesen zu, die demnach stets einen unmittelbaren Ausdruck derjenigen Welt darstellen sollten, in der sie das Licht des Tages erblickt hätten. Darnach wären die Meerthiere und Meerpflanzen überwiegend ein Erbtheil der ältesten Urwelt; die Amphibien, Sumpfreptile, Moose und Farnkräuter der Ausdruck einer schlammigen Inselwelt, deren Dasein dem zusammenhängenden Festlande, dessen Verkörperung wiederum die großen Landthiere waren, vorausging. In diesen Anschauungen, nach denen jedes Wesen das Kind einer besondern Zeit darstellt, das sich wohl erhalten, aber nicht in einer spätern Zeit unter andern Außenbedingungen entstehen konnte, lag offenbar viel Wahres, aber sie ermangelten einerseits der richtigen Verbindung mit den Ideen Lamarck's, andrerseits der gesetzmäßigen Begründung, so daß es trotz der Unterstützung, welche sie in der vergleichenden Anatomie und in der bedeutend fortgeschrittenen Vorwesenkunde fanden, den Gegnern nicht allzuschwer wurde, sie zurückzuweisen.

Und Geoffroy fand einen höchst gewaltigen und würdigen Gegner seiner Ansichten in Cuvier, der in Hinsicht der Erdgeschichte und Vorwesenkunde auf dem Standpunkte der Katastrophenlehre Buffon's, hinsichtlich der Artfrage auf dem Standpunkte Linné's verharrte. Dieser große Naturforscher, welcher den Grund zur vergleichenden Betrachtung der lebenden wie der fossilen Thiere gelegt hat, erkannte an, daß jeder Abschnitt der Vorwelt seine ihm eigenthümliche Flora und Fauna besessen habe, und nahm deshalb eben so viele Neuschöpfungen, als Zerstörungen derselben vorgegangen waren, an; er glaubte mit Buffon, daß der Schöpfer sein Werk vier- bis fünfmal durch große Erdrevolutionen vernichtet habe, um eine vollkommnere Arbeit an seine Stelle zu setzen. Es waren offenbar weniger religiöse als sachliche Beweggründe, die Cuvier in dieser Annahme leiteten, denn seine Ansicht war ebenso unbiblisch und viel weniger der vorauszusetzenden Weisheit des Schöpfers angemessen, als selbst die des Gegners. Man hat zwar später viele Versuche gemacht, diese Schöpfungsperioden mit den Schöpfungstagen der Bibel gleichzustellen und gefällt sich auch heute noch in diesen von sehr wenig Glaubensinnigkeit zeugenden Versuchen. Im Jahre 1830 gab es im Schooße der Pariser Akademie mehrere sehr heftige Streitigkeiten zwischen Cuvier und Geoffroy über die von dem Letzteren vertheidigte neuere Weltanschauung und die darin sich ankündigende Revolution der Wissenschaften wurde von Göthe, der auf Seiten des Letzteren stand, bekanntlich für ungleich wichtiger erklärt, als die etliche Tage darauf ausgebrochene Juli-Revolution. Cuvier trug in den Augen der Meisten seiner Zeitgenossen den Sieg in diesem Kampfe der beiden Weltanschauungen davon; die Beweisstücke der neu sich erhebenden Philosophie waren noch nicht zahlreich genug, um gegen einen das ganze Gebiet der bekannten Thatsachen beherrschenden Geist in's Feld geführt zu werden.

Zwei Dinge waren es, die Cuvier jenen in Frankreich noch heute nach-

wirkenden Sieg verschafften, erstens der Umstand, daß der Nachweis plötzlicher Erdumwälzungen geführt schien, und zweitens, daß die Naturphilosophen und andere Anhänger der Umwandlungstheorie von einer einfachen, gleichsam gradenwegs auf den Menschen als Ziel losgehenden Thierreihe gesprochen hatten. Die durch Pander, Meckel, Rathke, Ernst von Baer u. A. in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts ungemein geförderte Kenntniß der Entwicklungsgeschichte der Wirbelthiere hatte nicht nur die Wolff'sche Lehre von der Neubildung eines jeden Lebewesens zur Anerkennung gebracht, sondern auch nachgewiesen, daß das höhere Wirbelthier die Stufen der niedriger stehenden in seiner Entwicklung durchläuft, und daß z. B. ein Hühnchen anfangs einem Wurm, dann einem fischartigen Thier und schließlich einem Amphibium oder Reptile ähnlich wird, ehe es die ihm bestimmte Gestalt erreicht. Indem man nun das höchste Wirbelthier als das Ziel betrachtete, welches sich die Natur gleichsam gesteckt, um in demselben (wie Schelling sagte) zum Selbstbewußtsein zu kommen, so konnte man den Fisch als ein auf der niedersten Stufe stehen gebliebenes Wirbelthier, und ebenso die Amphibien, Reptile und Säugethiere als Hemmungsbildungen einer gegebnen Entwicklungsfolge bezeichnen. Diese von Kielmeyer und besonders von Oken und Serres ausgebildete Lehre, nach welcher alle Thiere gleichsam Stationen auf dem Wege der Natur zur Menschwerdung sein sollten und nach welcher sie sämmtlich auf einen gemeinsamen Grundplan zurückführbar sein müßten, war allerdings leicht zu widerlegen. Cuvier betonte Geoffroy gegenüber, daß man im Thierreiche wenigstens vier von Grund aus verschiedene Baupläne oder Typen unterscheiden müsse, nämlich Wirbelthiere, Gliederthiere, Weichthiere und Strahlthiere, von denen später noch Urthiere, Pflanzenthiere und Würmer als fernere Abtheilungen getrennt werden mußten. Geoffroy war weit entfernt, die Verschiedenheit des Grundbaues dieser Klassen zu verkennen, aber er sah sogleich ein, daß damit seine Annahme einer gemeinsamen Abstammung noch keineswegs widerlegt sei, da man ganz wohl annehmen könne, daß diese Typen nur an ihrer Wurzel zusammenhängen und sich nebeneinander entwickelt hätten, wie ein Baum noch immer in seiner Hauptrichtung fortwächst, nachdem längst Seitenzweige in einer abweichenden Richtung hervorgesproßt sind.

Auf einen noch viel schrofferen Standpunkt, der Abstammungslehre gegenüber, als Cuvier, stellte sich in neuerer Zeit der vor einigen Jahren verstorbene Paläontologe, Zoologe und Gletscherforscher Agassiz, obwohl gerade seine Untersuchungen dieser Auffassung eine Reihe der wichtigsten Stützen geliefert haben. Agassiz hielt die Erdschichten mit ihren Versteinerungen für einen illustrirten Bericht der Thätigkeit Gottes seit Erschaffung der Erde und jedes einzelne Wesen für den Ausdruck eines besonderen und darum unveränderlichen Schöpfungsgedanken Gottes. Er glaubte, daß Gott mit jeder Erdumwälzung sein früheres Werk vollkommen zerstört habe, um

die Erde sodann mit durchaus neuen, zum Theil gleichen oder ähnlichen, zum größeren Theil aber vollkommneren Wesen zu bevölkern. Diese verschiedenen Schöpfungen seien also von einander, bis auf den gemeinsamen Ursprung aus Gott, vollkommen unabhängig, kein verwandtschaftlich verknüpfendes Band gemeinsamen Blutes bestehe zwischen ihnen, die jüngeren stammen nicht ab von den vorher dagewesenen. Daß von den Wirbelthieren zuerst nur die Fische, darauf Amphibien und erst viel später Vögel und Säugethiere erschaffen wurden, sei durch einen höheren Zweck bedingt. Man müsse annehmen, daß Gott bei der Neuschöpfung in jeder Epoche an die Formen der untergegangenen Schöpfung angeknüpft habe, um mit der Erdentwicklung selbst allmälig vorwärts schreitend, auch die Lebewesen zu vervollkommnen, bis auf das vorgesetzte Endziel des Menschen, welches er nach seinem Ebenbilde erschuf.

Man kann über diese starke Vermenschlichung des Gottschöpfers, über diesen Gott, welchen ein Zoologe nach seinem Ebenbilde erschaffen hat, lächeln, aber man kann es nicht beklagen, daß diese schöpfungsgläubige Weltanschauung einmal bis in's Einzelne ausgeführt worden ist. Denn nur so konnte sich zeigen, zu welchen Absurditäten und Widersprüchen ein kenntnißreicher Forscher gelangen muß, wenn er die Ergebnisse seiner Untersuchungen einem vorgefaßten Gedanken anpaßt. So mußte z. B. Agassiz das frühere Auftreten irgend einer später herrschend gewordenen Formeigenthümlichkeit als einen *prophetischen* Wink auffassen, z. B. die zwanzig Endgliedmaßen der ältesten an's Land gegangenen Wirbelthiere, während seine Gegner in den zwanzig Zehen der meisten ihrer Nachkommen keine Bestätigung dieser Prophezeihung, sondern nur das Merkmal einer Vererbung anerkennen. So redet Agassiz ferner ganz ernsthaft von *gemischten* Formen, die z. B. noch Vogel und Reptil, Fisch und Amphibium vereinten. Wir brauchen diesen Ausdruck wegen seiner Anschaulichkeit wohl ebenfalls, vergessen aber nicht, einen andern Sinn damit zu verbinden. Ebenso verwerflich als zurückübertragene Idee ist seine Bezeichnung älterer Thiere als *Embryonal-Typen*, den er z. B. den Urfischen beilegte, weil die Embryonen höherer Fische jenen gleichen. Die Thatsache, daß die späteren Thiere in ihrer frühesten Jugend Entwicklungszustände durchlaufen, welche ihre älteren Vorfahren niemals überschritten haben, und alle solche nachträglichen Erfahrungen werden, auf den vorhersehenden Schöpfer bezogen, in Agassiz' verkehrter Welt zu prophetischen Andeutungen. Es ist derselbe Weg, auf dem die meisten historischen Prophezeihungen von wunderliebenden Geschichtsschreibern gemacht worden sind.

Die Darlegungen von Agassiz kamen verspätet und sind dadurch um so merkwürdiger, als bei den meisten Paläontologen die Lehre von den gewaltsamen Erdumwälzungen und von der durchgreifenden Verschiedenheit der aufeinanderfolgenden Lebewelten längst einem bessern Verständniß gewichen war. In demselben Jahre, in welchem die Katastrophenlehre noch einen Pyrrhussieg errang (1830), trat der englische Erdforscher *Lyell* mit seiner

einer ruhigen Beobachtung abgewonnenen Ueberzeugung hervor, daß plötzlich hereinbrechende Umwälzungen der gesammten Erdoberfläche in vorhistorischen Zeiten ebenso wenig geschehen sein möchten, wie in historischen, daß, wenn auch früher zum Theil andere Verhältnisse gewaltet haben müßten, der Naturgang doch im Großen und Ganzen kein anderer gewesen sein könnte, als heute. Nicht ungewöhnliche, nicht übernatürliche Mächte seien zu Hilfe zu rufen, um die großartigen Umwälzungen der Vorzeit zu erklären, sondern die noch heute fortwirkenden Kräfte könnten sie, durch unabsehbar weite Zeiträume thätig, bewirkt haben. Diese langsame Arbeit der bekannten Naturkräfte durch Aeonen, jetzt wie ein in Jahrhunderten vollendetes Bau- oder Zerstörungswerk in einen Anblick zusammengedrängt, sei es, was uns als die Wirkung einer Revolution oder Hervorzauberung aus dem Staube erscheine. Und ebenso könne auch die umwandelnde Einwirkung der Naturkräfte auf die Lebewesen durch ungeheure Zeiträume fortgesetzt, als plötzliche Neuschöpfung erscheinen.

Nachdem so durch Lyell betont worden war, daß die Vorzeit keine anderen Kräfte zu ihrer Verfügung gehabt, als unsere Zeit und der Glaube an gänzliche Vernichtungen und Neuschöpfungen der Lebewelt erschüttert war, lag es eigentlich nahe, zu untersuchen, ob denn Thiere und Pflanzen auch jetzt noch ein Abänderungsvermögen besitzen, welches, in bestimmte Richtungen geleitet, so merkliche Unterschiede erzeuge, wie sie von den Vertretern der Abstammungslehre vorausgesetzt wurden. Gleichwohl hatte sich Niemand einer solchen Untersuchung zugewendet, bis Charles Darwin, dessen Großvater ihm bereits den Glauben an die Umwandlungstheorie vererbt haben mochte, auf seiner Reise um die Welt mit dem Beagle (1830—36) so bestimmte Anhaltspunkte für die Auffassung der Lebewesen, als im Laufe der Zeiten wandelbarer Größen erhielt, daß er beschloß, sich nach seiner Rückkehr mit der Beobachtung dieser Wandelbarkeit genauer zu beschäftigen, um ihre Gesetze, Macht und Grenzen kennen zu lernen. Die Erfolge der Pflanzen- und Thierzüchter, welche nach einem einfachen Verfahren in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit ihre Pfleglinge außerordentlich verändern und Racen erzielen, die oft in einem viel höheren Grade von einander abweichen, als viele sogenannte „gute" Arten der Systematiker, hatten seine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gelenkt, und er begann an verschiedenen Hausthieren die Veränderungsfähigkeit des Lebewesens selbst zu verfolgen. Er fand dieses Abänderungsvermögen noch viel größer, als er je geglaubt und seine wohl nie sehr feste Ueberzeugung von der Beständigkeit der Arten ward vollends erschüttert. Vor Allem eigneten sich die Tauben zu weitergehenden Studien und Schlüssen, da die größte Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß alle die höchst verschiedenen, in die Hunderte gehenden Spielarten, welche die Liebhaber dieser Vogelart gezüchtet haben, alle von einer einzigen wilden Form, der weit verbreiteten Felsentaube (Fig. 424) abstammen. Bei anderen Hausthierarten, die ebenfalls einen

großen Formenreichthum aufweisen, wie z. B. den Hunden, ist dies nicht so gewiß, denn es ist nicht unwahrscheinlich, daß es sich bei ihnen um die Vermischung mehrerer wilden Stammformen handelt, und da die einzelnen Rassen Aehnlichkeiten mit verschiedenen wilden Arten der Hundefamilie darbieten, so könnte man hier an ein Zurückschlagen auf die einzelnen in unserem Hunde gemischten Stammformen glauben, wie es bei Bastarden sehr häufig vor-

Fig. 424.
Felsentaube (Columba livia).

kommt, und Aehnliches gilt vom Rind, Schwein und anderen Hausthieren. Dagegen befindet sich unter den Hunderten wilder Taubenarten nicht eine einzige, die unsern hervorragendsten Rassentypen gliche und wenn ein plötzlicher Rückschlag, wie es besonders häufig bei Kreuzung sehr entfernt stehender Typen geschieht, eintritt, so kommt aus den verschiedensten Rassenformen immer wieder die vorwiegend schieferblaue Felsentaube mit ihren weißen Weichen und doppelten schwarzen Binden auf Flügeln und Schwanzfedern zum Vorschein.

Man muß öfter Taubenausstellungen besucht haben, um zu wissen, welche wunderbare Mannigfaltigkeit aus dieser einzigen Grundform durch die Kunst

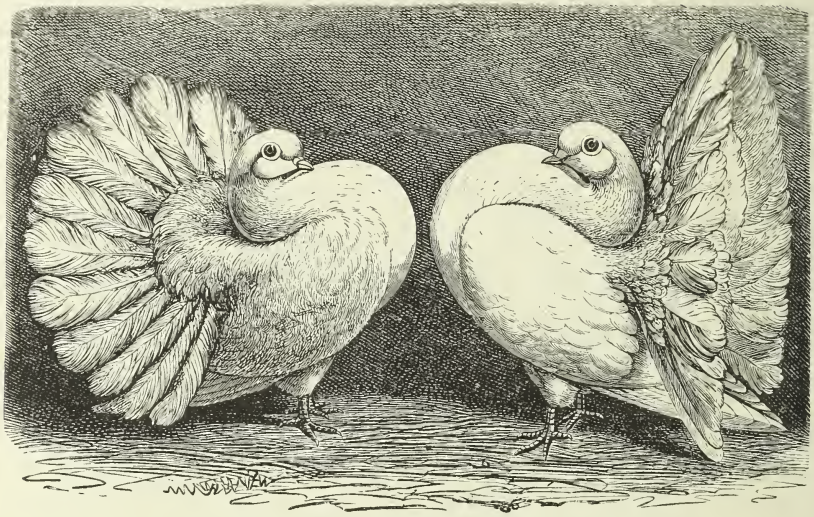


Fig. 425.
Weißgesäumte und weiße schottische Pfauentaube.

der Züchter erzielt worden ist. Wir können hier natürlich nur einige wenige von den Hauptformen als Beispiele vorführen. Bei der Pfauentaube (Fig. 425)

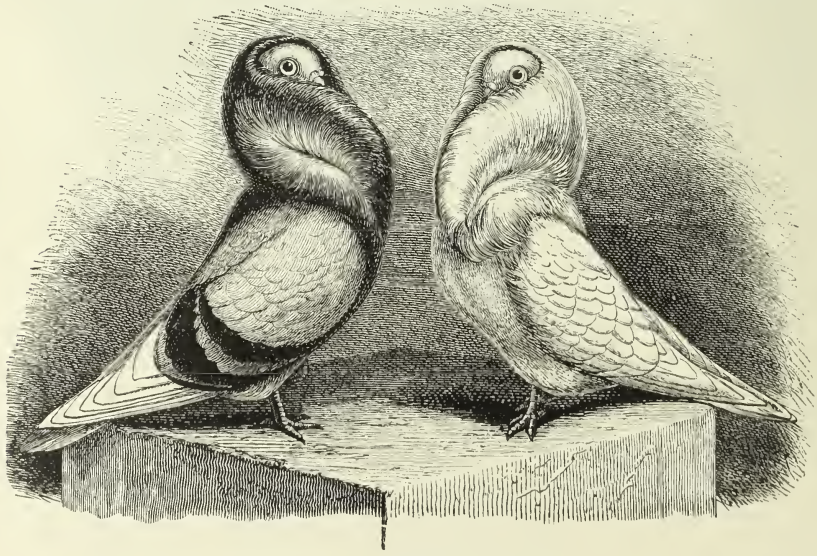


Fig. 426.
Jakobiner oder Perrückentaube.

möchte man die Taube nach Gestalt und Manieren in einen kleinen Pfau verwandelt glauben. Statt der in der ganzen großen Familie sonst so beständigen Zahl von 12—14 Schwanzfedern entwickeln sich hier 30—40 und bilden ein Rad, welches bei guten Vögeln den Hinterkopf mit seinem Rande berührt. Bei den Jakobinern oder Perrückentauben (Fig. 426) sind die Nackenfedern so weit umgewendet, daß sie eine Art Perrücke bilden, und die Schwanz- und Schwungfedern sind im Verhältniß zu dem kleinen Körper sehr lang. Die Mövchen (Fig. 427) hingegen zeigen eine Reihe umgewendeter Federn auf der Brust, und das niedliche, außerdem durch einen sehr kurzen

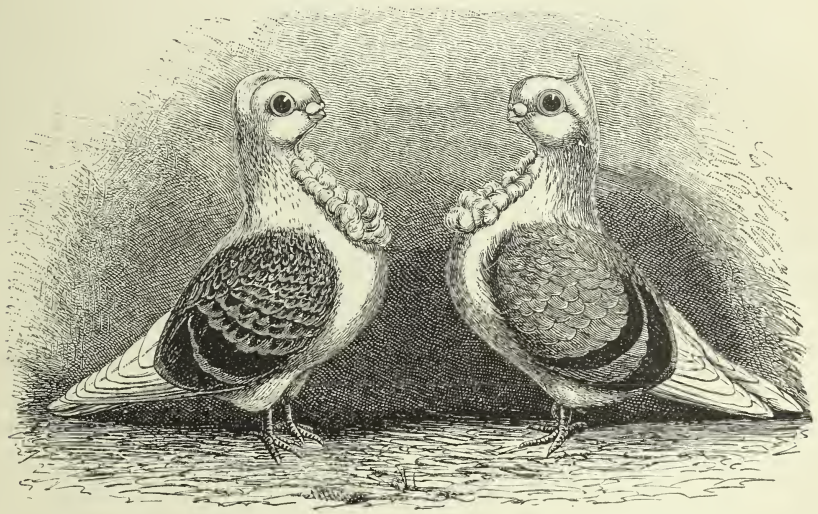


Fig. 427.
Blauschediges und blaues spitzhäubiges Mövchen.

Schnabel ausgezeichnete Thier hat die Gewohnheit, dieses natürliche Jabot durch Auftreibung des oberen Theiles der Speiseröhre hervorzudrängen. Diese Gewohnheit würde fast an die der Kropftauben (Fig. 428) erinnern, deren Kopf fast ganz in dem gewaltig aufgeblasenen Kropf versinkt, aber diese höchst ausgezeichnete Rasse unterscheidet sich außerordentlich von dieser und den meisten anderen Arten durch ihren stark verlängerten Körper und die langen Beine, die oft so stark und mit so langen Federn besetzt sind, daß man glauben könnte, hier sei ein vierflügliger Vogel, den vierflügligen Seraphim der alten Maler vergleichbar, im Werden begriffen. Streift dieses Thier fast an die Karikatur, so glaubt man eine wirkliche Monstrosität in der Kopfbildung der englichen Botentaube zu gewahren. Die Kopfhaut weist hier, namentlich beim Männchen, wallnußförmige Wucherungen an der Schnabelbasis auf, die dem Kopfe im Verein mit dem großen Schnabel und

den im Umkreise mächtig verlängerten Augenlidern ein groteskes Ansehen verleihen. (Fig. 429.) Bei einer anderen Rasse, der Strupptaube, sind alle Federn umgewendet, wie die wenigen im Nacken der Jakobiner oder auf der Brust des Mövchen, und so könnte man bogenweise fortfahren, um nur die Hauptformen kurz anzudeuten. Dabei sind diese Unterschiede keineswegs

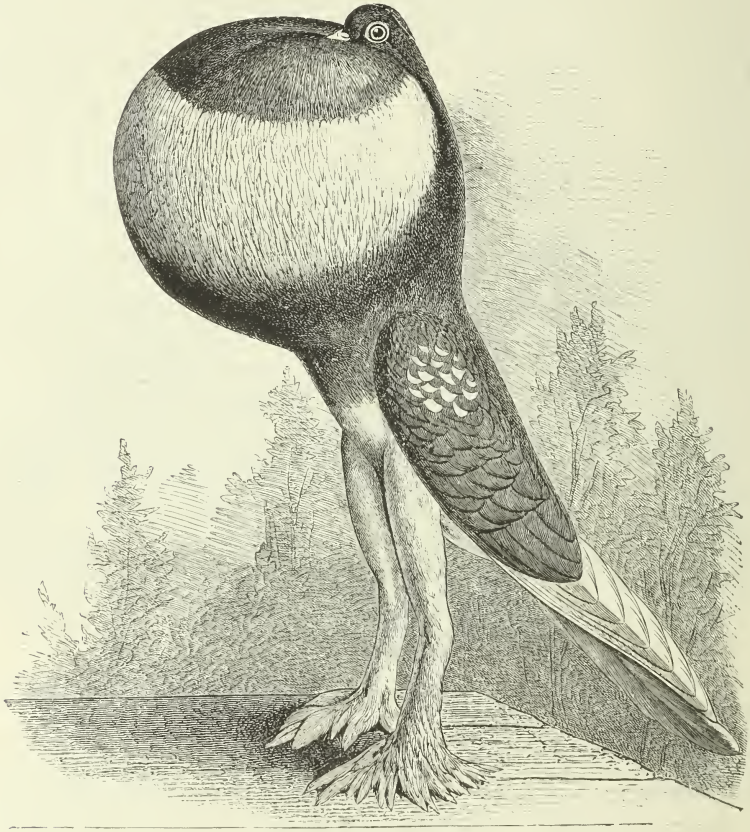


Fig. 428.
Englischer rother Elsterkröpfer.

blos oberflächlicher Art und beschränken sich durchaus nicht auf die Hautbedeckungen und allgemeinen Körperverhältnisse, sondern sie erstrecken sich so tief auf den gesammten Bau und die Gerüsttheile, auf Flugart und Gewohnheiten, daß man diese Züchtungsformen, wenn sie sich im Freien fänden, nicht blos für gut geschiedene Arten erklären, sondern einzelne wahrscheinlich sogar zu Vertretern besonderer Gattungen erheben würde.

Ein ähnlich weitgehendes, zu den unähnlichsten Rassen führendes Variationsvermögen bemerken wir bei den meisten unserer Hausthiere,

Garten- und Feldpflanzen, Blumen und Fruchtbäume. Man denke an den Formenreichthum unserer Pferde-, Hunde-, Rindvieh-, Kaninchen- und Hühner-Rassen, an die Kartoffel-, Aepfel-, Birnen-, Weintrauben-, Kohl-, Bohnen-, Rosen-, Nelken- und Levkojen-Spielarten. Sollten die Hausthiere und Kulturgewächse wirklich, wie ein deutscher Zoologe (Andreas Wagner) gemeint hat, blos zum Vortheile des Menschen mit einer höheren Bildsamkeit begabt sein, als die draußen in der freien Natur vorkommenden Arten? Aber das Abartungsvermögen vieler der letzteren ist zur Plage der streng unterscheidenden Naturforscher nicht weniger ausgedehnt. Warum sehen wir nun aber in der freien Natur nur höchst selten in gleich kurzer Zeit so erhebliche Abänderungen entstehen, wie sie der Gärtner und Viehzüchter erzielt? Offenbar, weil in der Natur keine planmäßige Züchtung stattfindet. Wir müssen uns demnach zum näheren Verständniß zuerst klar machen, worin das Verfahren der künstlichen Züchtung besteht.

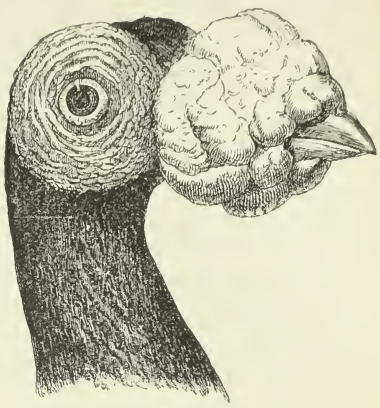


Fig. 429.
Kopf der englischen Botentaube.

Gesetzt, ein Gärtner wollte sich mit der Veredlung einer Gemüsepflanze, ein Landwirth mit der Zucht von Rennpferden beschäftigen, so wird jeder von ihnen unter den ihm zur Verfügung stehenden Exemplaren diejenigen zur Nachzucht auswählen, welche seinem Ideal am nächsten kommen. Er wird diesem Grundsatz durch eine größere Zahl von Jahren getreu bleiben, immer nur diejenigen Thiere paaren und die Samen solcher Pflanzen wieder aussäen, welche den erwünschten Weg fortsetzen und dadurch, wenn er anders den erforderlichen Scharfblick besitzt, in verhältnißmäßig kurzer Zeit zu seinem Ziele gelangen. Geübte Züchter bringen es in ihrer Kunst so weit, daß sie grabezu Bestellungen auf eine gewünschte Abänderung in irgend einer Richtung entgegennehmen und ausführen können. Dieses Verfahren gründet sich, wie leicht einzusehen, einerseits auf das Variationsvermögen und zweitens auf die mehr oder minder vollständige Vererbungsfähigkeit der individuell ausgebildeten oder irgendwie neu erworbenen Eigenschaften. Da auf diese Weise eine staunenswerthe Mannigfaltigkeit der Größen, Proportionen, Hautbekleidungen Farben und aller möglichen Eigenschaften sowohl bei Pflanzen als bei Thieren durch Steigerung kleiner Anfänge ins Leben gerufen wird, so frug sich Darwin, ob nicht auch in der freien Natur ein Verhältniß stattfinden möge, welches im Stande wäre, eine der auswählenden Thätigkeit des Menschen entsprechende Wirkung zu äußern, ob es mit einem Worte nicht gegenüber der künstlichen auch eine Art Naturzüchtung geben könne.

Wahrnehmungen, die er auf seiner Weltreise in Südamerika gemacht, gaben ihm dafür bestimmte Anhaltspunkte. Wiederholt hatte er dort Erfahrungen gemacht über den schweren Kampf der Naturwesen um ihre Existenz und über den Untergang ganzer Geschlechter durch widrige äußere Verhältnisse. Jahre der Dürre hatten einzelne Arten dem Aussterben nahe gebracht und andere in schreckenerregender Weise vermehrt. Von den Einwanderern mitgebrachte europäische Pflanzen und Thiere hatten die einheimischen auf weiten Strecken verdrängt; sie erschienen somit in irgend einer Weise für die bestehenden Verhältnisse günstiger organisirt als selbst die einheimischen Wesen, welche ihre Konkurrenz nicht zu ertragen vermochten. Sollten es ähnliche Ursachen gewesen sein, welche in der Vorzeit viele Thiere und Pflanzen zum Aussterben gebracht hatten? Und erklärten sich dadurch auch vielleicht die großen Verschiedenheiten in der Lebewelt der einzelnen Länder? Die schnellaufeinanderfolgende Vergleichung der Faunen und Floren verschiedener Gebiete, welche die Weltreise für Darwin ermöglichte, lehrte überdem, daß die Umgebung auf die Umänderung der Lebewesen von Einfluß sein muß, denn obwohl die Andenberge sich nach seinen Untersuchungen erst in einer vergleichsweise jüngern Epoche erhoben haben, fand er östlich und westlich von denselben eine fast ganz verschiedene Lebewelt. Noch Wunderbareres zeigte der Besuch der Galapagos-Inseln, von denen beinahe jede einzelne eine ihr eigenthümliche Pflanzen- und Thierwelt besaß, obwohl der Gesammtcharakter Uebereinstimmungen mit Pflanzen und Thieren des neunhundert Kilometer entfernten amerikanischen Festlandes aufwies. Mußte man nicht annehmen, daß diese Pflanzen und Thiere, einst aus Amerika auf irgend eine Weise eingewandert und durch die besonderen Lebensverhältnisse dieser Inseln umgezüchtet worden seien? Denn wenn sie selbstständige Erzeugnisse dieser Inseln waren, warum zeigten sie dann in ihren Verwandschaften und ihrer gesammten Organisation den amerikanischen Grundcharakter?

Mit diesen und ähnlichen Gedanken und Zweifeln beschäftigt, war Darwin von seiner Weltreise zurückgekehrt, und da sein Glaube an die Unveränderlichkeit der Arten ohnehin durch die Verwerfung der Katastrophen-Theorie, zu der ihn seine eigenen geologischen Studien geführt hatten, und durch die merkwürdige Uebereinstimmung der lebenden Thiere Südamerikas mit den dort in jüngster Zeit ausgestorbenen erschüttert war, so suchte er nach einem Prinzipe, nach welchem man sich die Abänderung der Arten durch eine Art natürlicher Züchtung erklären könne. Er hätte vielleicht noch lange vergeblich gesucht, wenn ihm nicht durch einen Zufall das bereits im Jahre 1798 anonym erschienene Buch des englischen National-Oekonomen Malthus über die Mißverhältnisse der progressiven Bevölkerungszunahme gegenüber der beschränkten Zahl der Nährstellen und den daraus hervorgehenden Kampf um die Existenz in die Hände gefallen wäre. Denn erst aus dem Studium dieses Buches ward ihm klar, daß in der Konkurrenz der

lebenden Wesen untereinander ein den menschlichen Züchtungsmethoden entsprechend wirkendes Moment liegen könne. Schon sein Großvater hatte die Nothwendigkeit dieses Kampfes eingesehen, als er um die Wende des Jahrhunderts die Verse schrieb:

Würd' der Vermehrung einer Art nichts wehren
Bald fände Raum sie nicht, in Ländern, Luft und Meeren.

und die „kriegende Welt" ein einziges „großes Schlachthaus" nannte, dabei aber nicht die persönlichen Folgen dieses unbarmherzigen Kampfes erkannt hatte. In der That ergiebt eine einfache Rechnung über die progressive Vermehrung der Lebewesen, daß obige Verse Erasmus Darwin's völlig zutreffend sind, und daß einzelne Wesen bei uneingeschränkter Fortpflanzung in wenigen Tagen, andre in einigen Jahren, und selbst diejenigen, welche sich am langsamsten fortpflanzen, in verhältnißmäßig kurzer Zeit die ganze Erde überfluthen müßten, wenn alle Nachkommen ihre volle Lebensdauer erreichten und dieselbe Fruchtbarkeit wie ihre Eltern entwickelten. Man denke an den Eierreichthum der Eingeweidewürmer, sowie der meisten Insekten und Fische, an die Samenmenge, welche die meisten Pflanzen oder Bäume alljährlich reifen. Was die Rechnung fordert, ergiebt der oberflächlichste Blick auf das Naturleben, daß nämlich die weitaus größte Mehrzahl der Keime bei Thieren und Pflanzen gar nicht zur Entwicklung kommen, und von den zur Entwicklung kommenden wiederum die weitaus größere Mehrzahl der Vernichtung unterliegt, ehe sie zur Fortpflanzung gelangt. Von den aufwachsenden wird ein erheblicher Prozentsatz durch widrige Temperatur- und Wetterverhältnisse, ein andrer durch Nahrungsmangel und Krankheiten, und ein fernerer durch lebende Wesen, die sich von ihm nähren, ausgerottet. E. v. Baer hat berechnet, daß ein kleiner Süßwasserstint wohl eine Million kleiner Krebschen (Cyclopiden) vertilgen dürfte, ehe er die Länge von anderthalb Zoll erreicht, und daß ein Hecht jährlich ca. 7000 solcher Fische vertilgt, so daß einem einzigen Hecht, an dem sich ein Mensch kaum satt essen kann, gradezu Milliarden anderer Leben zum Opfer gefallen sein mögen.

Wenn wir von dem zum geflügelten Worte gewordenen Kampf ums Dasein sprechen, so denken die Meisten nur an diesen directen Kampf der Thiere, allein schon Erasmus Darwin hatte diesen Begriff tiefer gefaßt und in einer poetischen Schilderung auch den Kampf der Pflanzen unter einander, um Boden, Feuchtigkeit, Luft und Licht geschildert, das heißt jene des direkten Angriffs und des Gewaltsamen ganz entbehrende Mitbewerbung oder Konkurrenz der Lebewesen, die natürlich unter den Angehörigen der gleichen Art, weil hier die Ansprüche und Bedürfnisse die gleichen sind, am heftigsten wüthen muß. Erasmus Darwin und Göthe ahnten nicht die Bedeutung dieses Prozesses für die Vermannigfachung und allgemeine Fortbildung der Naturwesen; sie glaubten Beide, es handele sich dabei nur um ein Mittel,

die Alten, Kränklichen und Schwachen auszurotten, um einen „Kunstgriff der Natur viel Leben zu haben", wie sich Göthe ausdrückte. Erst Charles Darwin erkannte klar, daß in diesem als Folge der progressiven Vermehrung der Lebewesen unvermeidlichen und nothwendigen Konkurrenzkampfe aller Wesen, ein Vorgang von ungeheurer Tragweite sich vollzieht, sofern in dieser unter den gleichartigen Wesen stärksten Mitbewerbung, die treibenden Elemente einer der künstlichen Züchtung entsprechenden Naturzüchtung, einer natürlichen Auslese und des Ueberlebens der Passendsten gegeben sei. Grade wie in der menschlichen Gesellschaft die geschicktesten Arbeiter am besten ihr Fortkommen finden, so hatten unter den Thieren und Pflanzen offenbar diejenigen das beste Auskommen, welche sich den lokalen Lebensverhältnissen am besten anpaßten, in trockenen Gegenden also z. B. Thier- und Pflanzen-Abarten, die sich vermöge ihres Baues mit der geringsten Feuchtigkeitsmenge zu begnügen vermochten. Die sich veränderten Verhältnissen nicht anpassenden, unveränderlichen Formen müssen untergehen, und den andern das Feld räumen. Die natürliche Auslese ermangelt freilich der Vortheile einer sorgfältig behüteten Inzucht und kann daher weniger schnell wirken, allein dieser Nachtheil wird wieder ausgeglichen dadurch, daß die auswählenden Faktoren z. B. Boden und Klima-Verhältnisse dauernd immer nur gewisse Varietäten begünstigen, und wenn diese durch Vermischung mit der Grundform sich abschwächen sollten, die am wenigsten abgeschwächten bevorzugen werden. Dadurch wird die allgemeine Abschwächung durch Vermischung verhindert, und der vielleicht erst langsame Fortschritt der meistbegünstigten Varietäten, nimmt bald nach einer arithmetischen Progression zu, da die Mischformen, welche den schnellern Fortgang einer neuen Variation anfangs beeinträchtigten, immer unfruchtbarer und kampfunfähiger werden, je mehr sich die Varietäten von der Grundform und von einander entfernt haben. Sofern sich, wie erwähnt, die Mitbewerbung unter den gleichartigsten Wesen am schärfsten zuspitzt, muß dort auch der Abgang am größesten werden und die äußersten Glieder der entstandenen Formenreihen haben die meiste Aussicht zu überleben. Und weiter werden wiederum die Abkömmlinge ihrer Kreuzungen am meisten dem Untergange geweiht sein, während die, wenn auch sparsameren Abkömmlinge einer zufälligen Inzucht nothwendig bald die Uebermacht gewinnen müssen. Es würde ähnlich ausfallen, wenn ein Dorfbarbier seine zahlreichen Kinder sämmtlich in seiner Kunst unterrichten wollte. Sie würden unfraglich auf dem Dorfe, in welchem ohnehin eine geringe Nachfrage nach ihrer Geschicklichkeit sein müßte, sehr viel schwerer ihrer Fortkommen finden, als wenn Jeder von ihnen eine andere Fertigkeit erlernt hätte. In vorhin angedeuteter Weise wird der Kampf um's Dasein, je länger je mehr zur Verunähnlichung der Abarten führen und aus den beginnenden Arten solche erschaffen, die der Naturforscher des Titels einer wirklichen guten oder ausgezeichneten Art, Gattung, Familie für würdig erklärt.

Es muß bemerkt werden, daß Darwin nicht der erste und einzige Naturforscher ist, welcher die Wirksamkeit der natürlichen Auslese erkannt hat, vielmehr ist das Princip derselben mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit schon im Jahre 1813 von dem geistvollen Dr. Wells, dem Urheber der jetzt allgemein angenommenen Thaubildungslehre, welcher sein Augenmerk insbesondre auf die Züchtung widerstandsfähiger Menschenrassen durch die klimatischen Krankheiten gerichtet hatte, ausgesprochen worden. Seitdem haben mehrere andere Naturforscher bald mehr, bald minder bestimmt, dieselben Ansichten dargelegt, und der berühmte Reisende Alfred Russel Wallace veranlaßte durch eine im Jahre 1858 an Darwin gesendete Darstellung des von ihm erkannten Verhältnisses, denselben erst, einen schon vor langer Zeit über diesen Gegenstand verfaßten Entwurf theilweis zu veröffentlichen. Obwohl also in der Zeit der Veröffentlichung von andern Naturforschern überholt, hat dennoch Darwin durch zahllose tief eindringende Studien und Untersuchungen die Lehre von der Entstehung neuer Arten erst wirklich begründet, und damit eine neue Weltanschauung heraufgeführt.

Die Darwin'sche Lehre, so einfach sie erscheint, bietet uns den Schlüssel zur Lösung der tiefsten Geheimnisse, indem sie den Zweckbegriff, diesen alten Zankapfel der Philosophen, aus der Welt schafft. Denn sie zeigt, wie sich ohne Benöthigung einer Ueberwachung, ohne vorbedachte Planmäßigkeit, sobald nur eine unendliche Wandlungsfähigkeit der Lebewesen, wie die Züchtungsversuche sie beweisen, zugegeben wird, auch die größte Zweckmäßigkeit der Schöpfungswesen herausbilden mußte. Jede Züchtung setzt einen zu erlangenden Vortheil voraus, der bei der künstlichen Züchtung dem Züchter, bei der natürlichen dem Lebewesen selbst zu Gute kömmt, indem sich dieses den Lebensbedingungen genauer anpaßt, zweckmäßiger in unsern Augen gebaut erscheint. Natürlich kann sich die durch die natürliche Auslese erlangte Zweckmäßigkeit immer nur auf das betreffende Wesen und seine Lebensweise selbst beziehen, wird also unter Umständen nicht ausschließen, ja eher dahin drängen, den übrigen Lebewesen recht schädlich zu werden. Das Raubthiergebiß, der Giftzahn der Schlangen, das Gift vieler Pflanzen sind solche Schöpfungen, die man früher dem Teufel aufbürden mußte, um sie nicht einem gütigen Schöpfer zuschreiben zu müssen. Dadurch, daß er auch die Schädlichkeit dieser Wesen durch den Selbstzweck erklärte, und so aus demselben Prinzip die individuelle Zweckmäßigkeit und die relative Unzweckmäßigkeit oder Schädlichkeit erklärte, wurde Darwin jener Newton der organischen Welt, den noch Kant erwartete.

In dieser mechanischen Erklärung der Zweckmäßigkeit liegt die siegende Macht des Darwinismus, welche der neuen Theorie sofort jene allgemeine Beachtung und Theilnahme zuwenden mußte, die den analogen Theorieen Erasmus Darwins, Lamarcks, Geoffroy's und der deutschen Naturphilosophen versagt wurde und versagt werden mußte. Denn sei es, daß diese die Ur-

sache der Wandlungen in einem innern Triebe, oder in einem äußern Zwange suchten, stets mußten sie diesem treibenden Etwas eine Richtung auf das Höhere und Bessere, also einen äußeren Zweck beilegen, um das Geschehene zu erklären; erst Darwin löste das Räthsel. Lamarck, indem er zum Beispiel über die Entstehung des langen Halses der Giraffe nachdachte, stellte sich vor, daß dieses Thier immerfort den Hals gereckt habe, um die höheren Bäume mit der Schnauze zu erreichen, bis es durch fortgesetzte Anstrengungen und den Wunsch, immer höher hinaufgrasen zu können, seinen verlängerten Hals erhalten habe. Darwin setzt einfach voraus, daß zu einer Zeit des Mangels eine Spielart mit längerem Halse, welche in dieser Beziehung einen Vortheil über die übrige Heerde voraus hatte, diese eben deshalb überlebte, und die Eigenthümlichkeit ihrer Halsbildung ihren Nachkommen hinterließ.

Mit seinem ersten, 1859 veröffentlichten und wie man hier mit Nachdruck sagen kann, epochemachenden Werke über den „Ursprung der Arten" erachtete jedoch Darwin seine Arbeit nicht für gethan, sondern er setzte seine praktischen Versuche und Experimente nun erst recht fort, um das Wesen der drei Hauptfaktoren der Artenbildung, das Variationsvermögen, die Vererbungsfähigkeit erworbener Eigenthümlichkeiten und die Auslese genauer zu studiren. Unterstützt durch zahlreiche Forscher Englands und des Continents, unter denen wir Wallace, Hooker, Huxley, Haeckel, Fritz und Hermann Müller, O. Schmidt, A. Weismann in erster Reihe nennen müssen, sammelte er ein überwältigendes Material von Beobachtungen und Thatsachen, durch welche diese Vorgänge in ein klareres Licht gestellt wurden. Wir können im Folgenden natürlich nur versuchen, einige der wichtigsten Ergebnisse derselben und der daraus gewonnenen Gesichtspunkte hier anzudeuten, während wir alle diejenigen, welche näher in dieses fesselnde Forschungsgebiet eindringen wollen, auf die einschlägigen Werke Darwins und der genannten Forscher verweisen müssen.

Was zunächst das Variationsvermögen, gewissermaßen das Fundament des ganzen himmelstürmenden Baues, betrifft, so weiß jeder Naturbeobachter, daß es sich nicht auf Hausthiere und Kulturpflanzen beschränkt. Und auch derjenige, welcher niemals einen Blick in die Natur hinausgeworfen, kann an den Verschiedenheiten der Individuen seines eigenen Geschlechtes die schier unerschöpfliche Variationsfähigkeit eines Grundtypus hinlänglich studiren. Er darf dazu nicht fremde Menschen-Racen wählen, denn unter diesen werden ihm die einzelnen Individuen beinahe gleich, wenigstens sehr übereinstimmend erscheinen, obwohl sie doch jedenfalls unter sich nicht minder verschieden sind, wie diejenigen der eigenen Race, für deren Ungleichheiten nur sein Blick geschärfter ist. Man kann daraus ermessen, wie wenig unser ungeübter Blick im Stande sein wird, die individuellen Verschiedenheiten der wilden Thiere, Pflanzen u. s. w. zu erkennen, so daß wir nur einer Täuschung unterliegen, wenn wir glauben, alle Füchse und alle Gänseblümchen seien untereinander

gleich. Doch sehen wir uns den Menschen etwas näher an. Niemals bekanntlich gleichen einander zwei Menschen an Figur und Antlitz, Haut- und Haarfarbe, Blick und Stimme völlig, und selbst zwei „zum Verwechseln" ähnliche Menschen darf man nicht neben einander sehen, um nicht sogleich Unterschiede herauszufinden. Die Anatomen versichern uns, daß diese Abweichungen von dem Durchschnittsbau, noch viel stärker im innern Bau seien und der Anatom John Wood in London hat an der geringen Zahl von 36 Leichen nicht weniger als 558 Anomalien nachweisen können. Zum Theil kommt dies daher, weil Bildungen, die den muthmaßlichen Ahnen eigen waren, wieder auftreten, oft sind aber die Aenderungen auch völlig neu, aber meistens werden sie nur, wenn sie sehr auffallend sind, beobachtet, und dann als Monstruositäten bezeichnet. Gewisse Abweichungen treten in der Regel nicht einzeln, sondern stets mit anderen verbunden auf, dem oft dunkeln, aber sehr beständigen Gesetze der Wechselbeziehungen folgend. Als Beispiel hierzu haben wir schon früher erwähnt, daß Gehörnbildung bei den Thieren stets mit dem Mangel der oberen Schneidezähne verbunden ist. Ebenso pflegen gewisse Mängel der Zähne bei Thieren und Menschen mit Anomalien im Haar verknüpft zu sein, und der Mangel des schwarzen Pigments in Haar und Augen (blondes Haar und blaue Augen) ist bei gewissen Thieren mit Mängeln im Geruchs- und Gehörssinn verknüpft; so sind blauäugig bleibende Katzen beinahe stets taub.

Die hauptsächlichste Ursache der Abänderungen ist wahrscheinlich in der Einwirkung der äußern Verhältnisse zu suchen. Es ist nicht wohl annehmbar, daß in den lebendigen Wesen ein immer bereiter, ins Unbestimmte gerichteter Variationstrieb schlummern sollte, wie es Frohschammer voraussetzt, indem er die Phantasie als Grundprinzip des Weltprozesses aufstellt. Das Einzige, was wir anzunehmen gezwungen sind, ist ein mit großer Empfindlichkeit auf alle möglichen Verschiedenheiten und Aenderungen der Lebensverhältnisse reagirendes Variationsvermögen, bei vielen Organismen. Aber wenn die Anregung eine äußere ist, so gehört die Wirkung, d. h. die Art und Weise, wie der Organismus auf die Anregung antwortet, lediglich ihm selbst und seiner Eigenart zu. Darum ist die Rückwirkung auf ein und dieselbe äußere Veränderung keineswegs bei allen Arten und Individuen dieselbe, Hühner bringen z. B. bei ihren Variationen ganz andre Farbenreihen hervor, wie Tauben, und in großen Pflanzengruppen gelingt es selbst der Kunst des Gärtners nicht, eine bestimmte Färbung zu erzielen, z. B. blaue Rosen oder Azaleen. Die Aehnlichkeit der Jungen eines und desselben Wurfes, die größere und länger andauernde Aehnlichkeit menschlicher Zwillingskinder, deren frühestes Wachsthum unter ähnlichen Verhältnissen geschah, ist ein sehr lautsprechendes Zeugniß für die Bedeutung des Einflusses der äußern Verhältnisse auf die Abänderung. Natürlich sind wir nur in den seltensten Fällen im Stande, die direkten äußern Ursachen zu erkennen, welche

bestimmte Abänderungen zur Folge hatten, aber es giebt doch einige sehr lehrreiche Ausnahmen von der Regel.

Den großen Einfluß der veränderlichen meteorologischen Verhältnisse lehren uns die klimatischen Rassen aller Organismen in unwidersprechlicher Weise. Die Einwirkung stärkeren oder schwächeren Salzgehaltes im Wasser auf die Gestalt eines darin lebenden, kleinen Blattfußkrebses haben wir früher (S. 256) erwähnt. Vor Allem äußern natürlich die Ernährungsverhältnisse einen großen Einfluß. Prof. Knop hat durch eine bestimmte Veränderung der Nährstofflösung bei Maispflanzen, die er in derselben erzog, bei einer größeren Anzahl derselben eine so beträchtliche direkte Veränderung erzielt, daß man neue Arten vor sich zu haben denken konnte. So wissen die Gärtner durch besondere Erdmischungen bestimmten Blumen z. B. Hortensien neue und oft sehr intensive Färbungen zu ertheilen. Ebenso ist bekannt, daß Gimpel und andere Stubenvögel durch die Fütterung mit Hanfsamen allmälig schwärzlich gefärbt werden und daß man durch Beimischung von spanischem Pfeffer zu dem Futter der Kanarienvögel wunderschön orangegelb gefärbte Varietäten erzielen kann. Nach Wallace wissen die Eingebornen am Amazonenstrom prachtvoll roth und gelb gefleckte Varietäten des dortigen gemeinen grünen Papageyen (Chrysotis festiva L.) zu erzeugen, indem sie ihn mit dem Fette gewisser welsartiger Fische füttern, und ein ähnliches Kunstprodukt ist der Königslori (Lori rajah) des malayischen Archipels. Die Schmetterlingszüchter behaupten, daß man von unserem gemeinen braunen Bären (Arctia Caja), indem man der Raupe verschiedene Nahrung darreicht, Dutzende von Abarten erziehen könne, die nicht blos in der Färbung, sondern auch in der Zeichnung der Flügel ganz verschieden ausfallen, so daß sie ein Uneingeweihter verschiedenen Arten zutheilen würde.

Diese Züchtungsergebnisse durch Veränderung der Nahrung werden von den gesellig lebenden Insekten allgemein dazu ausgenützt, eine ihrem Vortheil dienende Mannigfaltigkeit der Gesellschaftsthiere zu erzeugen, und diese mit vollendeter Sicherheit von Hautflüglern (Ameisen, Bienen und Wespen) und Geradflüglern (Termiten) geübten Kunstzüchtungen gehören mit zu den lehrreichsten Zeugnissen von der Bildsamkeit des organischen Körpers. So bringt die Mutterwespe im Frühjahr zuerst, wahrscheinlich aus Mangel an ausreichender Pflege der Jungen, eine Brut unvollkommener Weibchen (Arbeiterinnen) zur Welt, sobald aber diese die bisher alleinstehende Mutterwespe bei der Pflege der ferneren weiblichen Nachkommen, ihrer jüngeren Geschwister, unterstützen, wachsen letztere zu vollkommnen Weibchen aus. Bei den Bienen liegt es bekanntlich ganz in der Machtsphäre der Gesellschaft (und des ihre Triebe ausnützenden Menschen) durch reichlichere Fütterung in geräumigeren Zellen statt gewöhnlicher Arbeiterinnen vollkommene Weibchen, sogenannte

Fig. 430. Vorraths-Individuum der mexikanischen Honig-Ameise. Natürl. Größe.

Königinnen zu erziehen, falls etwa solche fehlen, und auf ähnliche Weise werden wahrscheinlich auch unter den Männchen verschiedene Abänderungen erzeugt. Bei einer amerikanischen Ameisenart (Myrmecocystus mexicanus) wird ein Theil der Individuen dermaßen mit Honignahrung überfüllt, daß sie zu fast unbeweglichen Vorrathsflaschen (Fig. 430) entarten, die von den Ihrigen in besonderen Kellerräumen an den Decken aufgehängt und in den Zeiten des Mangels angezapft werden.

Eine eigenthümliche Folge veränderter Nahrungsverhältnisse, die mit dem Variations-Vorgang in directer Beziehung zu stehen scheint, ist das bei eintretendem Nahrungsmangel schon früher beobachtete und von Düsing als allgemeines Naturgesetz nachgewiesene reichlichere Auftreten der männlichen Geburten und umgekehrt von weiblichen bei Nahrungsüberfluß. Manche Insekten, die sich in der Zeit des sommerlichen Ueberflusses durch eine ganze Reihe von sogenannten Jungferngeburten, die immer nur Weibchen ergaben, fortgepflanzt haben, wie die Blattläuse, bringen noch im Herbst, wenn Nahrungsmangel einzutreten beginnt, Männchen hervor. Durch die Verminderung weiblicher Geburten in knappen Zeiten, wird nicht nur der rapiden Weitervermehrung eine Schranke gesetzt, sondern auch die Wahrscheinlichkeit eröffnet, daß sich die Neugeborenen verschiedenen Ernährungsweisen zuwenden werden. Brooks hat in neuerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß die Männchen leichter variiren als die Weibchen, welche, wie dies aus zahlreichen Thatsachen bekannt ist, den Ahnentypus viel hartnäckiger beibehalten und getreuer reproduciren. So würde in Zeiten des Mangels durch die einfache und leicht verständliche Thatsache der Mehrgeburt von Männchen zugleich ein Ausweg eröffnet, die Art durch anfangs leichte Abänderungen des veränderlichen Geschlechtes zu erhalten. Wir kommen auf diesen Punkt bei Besprechung der geschlechtlichen Zuchtwahl zurück.

Nächst der Nahrung dürften Veränderungen der Belichtungs-, Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse die hauptsächlichsten direkten Abänderungen hervorbringen. Den direkten Einfluß der Temperatur hat Weismann sehr schön bei den Schmetterlingen dargethan. Man hatte schon lange bemerkt, daß manche in Färbung, Zeichnung und sogar im Flügelschnitt ziemlich verschieden erscheinende und darnach als besondere Arten betrachtete Schmetterlinge zu derselben Art gehören, sofern bei ihnen die aus überwinterten Puppen hervorgehende erste Frühlingsbrut mehr oder weniger verschieden von den Sommerbruten ausfällt. Diese von Wallace als Saisondimorphismus bezeichnete Erscheinung war schon vor bald fünfzig Jahren an zwei als besondere Arten bezeichneten Formen eines häufigen europäischen Eckflüglers, dem rothen und dem schwarzen Landkärtchen (Vanessa Levana und V. Prorsa Taf. XXIII. Fig. a und b) beobachtet worden, d. h. Frey erkannte 1827, daß beide einander so unähnlichen Falter aus denselben, auf den Nesseln lebenden Raupen erzogen werden können. Die röthliche Frühlings-

form (a), deren Hinterflügel meist mit einem mehr oder weniger deutlichen blauen Saum eingefaßt sind, schlüpft aus überwinterten Puppen, die größere schwärzliche, nur mit einer feinen rothen Linie und einer großen weißen Binde gezeichnete Sommerform (b) aus den von jener stammenden Larven und Puppen ab, und neben beiden kommt zuweilen noch eine Zwischenform (V. Porima Taf. XXIII c) vor, welche die Kennzeichen der Winter- und Sommerform gemischt zeigt. An diesem Eckfalter, wie an einem, ähnliche Doppelgängerei darbietenden gemeinen Weißling (Pieris Napi) konnte Weismann, indem er Puppen ihrer Sommergeneration monatelang in einen Eiskeller legte und so deren Entwicklung verlangsamte, zeigen, daß die Temperatur-Erniedrigung die alleinige Ursache des Rückschlags der Sommergeneration in die von ihr so verschiedene Wintergeneration ist. Da es nicht umgekehrt möglich ist, aus den Puppen der Wintergeneration durch Erhöhung der Temperatur die Sommergeneration zu erhalten, so schließt Weismann, daß die so verschiedene, auch künstlich im Sommer züchtbare Wintergeneration ein Rückschlag auf die aus der Eiszeit stammende Grundform sei, welche Vermuthung durch den Umstand unterstützt wird, daß der erwähnte kleine Weißling in Gegenden, die das Klima der Eiszeit annähernd beibehalten haben, z. B. in den Hochalpen und Polarländern, ausschließlich in einer einzigen Generation und Varietät (Pieris Bryoniae) auftritt, die als die potenzirte Winterform von P. Napi betrachtet werden kann.

Aehnliche Beobachtungen hat in neuester Zeit W. v. Reichenau an dem gemeinen Nesselfalter oder kleinen Fuchs (Vanessa Urticae), der über ganz Europa verbreitet ist, angestellt. Bei großer Sommerhitze (bis zu 45°) gezüchtete Falter, deren Puppenzustand nur 6 Tage gedauert hatte, zeigten eine tiefrothe Farbe und eine Verkleinerung der schwarzen Flecken, wie sie im warmen Südeuropa vorkommt und bei der früher für eine besondere Art gehaltenen, auf Sardinien heimischen Abart (V. Urticae var. Ichnusa Taf. XXIII d) bis zum Verschwinden der kleinen schwarzen Flecken auf der Mitte der Vorderflügel geht. Umgekehrt verharrten im kühlen Herbst (bei 5—12° C.) gezogene Exemplare 34 Tage im Puppenzustande, und zeigten stark erweiterte Flecken auf düsterbräunlichem Grunde, neben denen nur wenig Farbe übrig bleibt, so daß sie der Polarform desselben Schmetterlings (V. Urticae var. Polaris Taf. XXIII e) nahe kamen. Stellt man zwischen diese beiden Extreme des Südens und Nordens die gewöhnliche Form Deutschlands, so erhält man eine vollständige Uebergangsreihe und erkennt zugleich, wie solche klimatischen Varietäten, aus denen zuletzt vikariirende Arten werden mögen, durch die ihre Entwicklung verlangsamenden oder beschleunigenden Temperaturunterschiede entstehen mögen. Ein ähnliches Beispiel liefert der gemeine Kaisermantel oder Silberstrich (Argynnis Paphia), dessen Weibchen (Taf. XXIII f) in manchen Jahren und an manchen Oertlichkeiten statt der gewöhnlichen zimmtbraunen Färbung eine schwarz-

Gebrüder Borntraeger, Berlin. Paul Geifsler Kunstwerkstatt Berlin

Di- und Trimorphismus bei Schmetterlingen.

grünliche zeigt. Man nennt diese schöne Abart den Walliser Silberstrich (A. Paphia var. Valesina Taf. XXIII g) und nimmt an, daß ein Vorherrschen feuchter Witterung und Luft dieselbe erzeuge.

Diejenigen zweigestaltigen Schmetterlinge, die eine Sommer- und Winter-Generation haben, wie der ebenbesprochene Landkartenfalter und mehrere Weißlinge, bieten in ihrer regelmäßigen Abwechslung eine große Analogie mit den Vorgängen dar, die wir als Generationswechsel (Metagenese) bezeichnen. Der regelmäßige Wechsel der Jahreszeiten mit seinen Perioden von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, Nahrungsmangel und Nahrungsüberfluß giebt vielleicht den Schlüssel zum Verständniß und zur Erklärung einzelner derselben. Wir vermögen unschwer einzusehen, wie unter regelmäßig sich ablösenden und wiederkehrenden äußeren Einflüssen ursprünglich gleichgestaltete Generationsreihen einzelner Thiere Ungleichartigkeiten annehmen konnten, die im regelmäßigen Cyclus wiederkehren. Bei den Eingeweidewürmern haben wir als wahrscheinliche Ursache eines ähnlichen Generationswechsels den erforderlichen Wohnungswechsel in Thier- und Pflanzenfressern (S. 179) kennen gelernt und ebenso kann der Jahreszeitenwechsel mit seinen Perioden des Nahrungs-Mangels und Ueberflusses, jene Abwechselung geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Generationen, die wir bei zahlreichen Insecten finden, erzeugt haben. Zu dieser Klasse von Erscheinungen gehört offenbar auch die verschiedene Hautbekleidung (Sommerfell und Winterfell) der Polarthiere, welche die in der betreffenden Jahreszeit geborenen Jungen bereits mit auf die Welt bringen.

Eine der gewöhnlichsten Ursachen zur Spaltung einer und derselben Art in mehrere Formen ist die Verschiedenartigkeit der Bedingungen, unter denen sich die beiden Geschlechter entwickeln. Wir kommen auf diesen Punkt nachher ausführlicher zurück, und wollen hier nur erwähnen, daß diese Ungleichheit in zahlreichen Fällen außerordentlich groß ist, so daß die beiden Geschlechter schließlich einander gar nicht mehr ähnlich sehen. Wie bei dem Sonderling (Fig. 431) sind auch bei vielen anderen Insekten nur die Männchen mit Flügeln versehen, um das Weibchen aufzusuchen; in anderen Fällen haben sie ganz verschiedenen Flügelschnitt und Zeichnung, und in noch anderen Fällen (bei manchen Krebsen) sinken sie zu winzigen Parasiten des Weibchen herab. Bei vielen Schmetterlingsarten geht die Unähnlichkeit in Färbung und Flügelschnitt so weit, daß man vor der Beobachtung des gleichartigen Ursprungs und der regelmäßigen Paarung Männchen und Weibchen zu verschiedenen Gattungen gestellt hat! Ein

♂ Männchen. ♀ Weibchen.

Fig. 431.
Der Sonderling (Oregyia antiqua) aus Deutschland. Natürliche Größe.

lehrreiches Beispiel eines derartigen Geschlechts-Dimorphismus giebt z. B. Epicalia Acontius ein südamerikanischer Schmetterling, dessen Männchen (Taf. XXIII h) von Fabricius als Papilio Antiochus, das Weibchen (i) als Papilio Medea beschrieben wurde, während Westwood noch in neuester Zeit beide zu verschiedenen Gattungen stellte, zwischen die er nicht weniger als fünfzehn andre Gattungen einschob, nämlich das Männchen zu Epicalia, das Weibchen zu Myscelia. Sehr eigenthümliche Erscheinungen bieten in diesen Fällen die allerdings selten vorkommenden Zwitter derartiger mit Geschlechts-Dimorphismus begabter Arten dar, bei denen die eine Hälfte männlich, die andere weiblich zu sein pflegt; das Thier erscheint dann in der Mittellinie aus zwei, oft völlig unsymmetrischen, in Färbung, Größe und Schnitt nicht zu einander passenden Hälften zusammengesetzt, ein namentlich bei Schmetterlingen wiederholt beobachteter Fall. Bei höheren Wirbelthieren ist das Männchen aus nachher zu besprechenden Gründen in der Regel die stattlichere und schönere Hälfte des Paars, doch kommt auch der umgekehrte Fall vor. Gesellt sich nun zum Geschlechts-Dimorphismus eine oder mehrere andere abändernde Ursachen, so entstehen Trimorphismus u. s. w. bis zum Polymorphismus. Bei der durch Fütterungs- und Pflege-Verschiedenheiten gesteigerten Gestalten-Mannigfaltigkeit der staatenbildenden Insekten steigt die Formenzahl oft sehr hoch, bei manchen Termiten auf einundzwanzig verschiedene Formen einer Art, wobei das trächtige Weibchen trotz der abgelegten Flügel das dreißigtausendfache Volumen eines arbeitenden Weibchen derselben Art erreicht.

Handelte es sich in den bisher besprochenen Fällen zunächst um eine passive Veränderung durch äußere Einflüsse, wie Klima- und Nahrungswechsel, die sehr deutlich die außerordentliche Bildsamkeit des lebendigen Wesens zeigt, und in vielen Fällen deutlich zur Artenbildung führt, so sind doch vielleicht von einer noch weiter gehenden Bedeutung die Gesetze der direkten Abänderung durch Gebrauchswirkung, welche Lamarck für das hauptsächlichste Mittel der Artveränderung ansah. Es ist eine jedermann geläufige Erfahrung, daß die Gliedmaßen seines Körpers durch Ausübung ihrer Funktionen gekräftigt werden; die starken Arme der Arbeiter, die muskulösen Beine der Tänzer, die weite Brust der Bergsteiger sind bekannte Beispiele dafür und der Nutzen unseres Turn-Unterrichts mit seinen Leibesübungen fußt darauf. Zur Erklärung ging man davon aus, daß ein Organ nur in seiner Funktion lebe, durch seine Thätigkeit einen stärkeren Blutstrom nach demselben ziehe, und sich so kräftige. Studien über den architektonischen Aufbau der Knochen und ihrer Umwandlungen nach Verletzungen derselben haben in neuerer Zeit zu einem vertieften Verständniß dieser Vorgänge geführt. Wir müssen aber hier etwas weiter ausholen.

Auf die Studien des Züricher Mathematiker K. Cullmann sich stützend, hatte der Anatom H. Meyer nachweisen können, daß die innere Architektur der Knochen in dem Aufbau ihrer schwammigen Substanz aus Knochenfasern

und Plättchen (vergl. Fig. 432) so angeordnet sei, daß die darin enthaltenen festen Bälkchen und Verbindungen den vom Oberschenkelknopf (a) wirkenden Drucklinien und den vom großen Rollhügel (b) ausgehenden Zuglinien, wie sie ein Ingenieur bei mechanischen Constructionen z. B. Brückenbauten u. dergl.

Fig. 432.
Längsschnitt vom obern Ende des rechten Oberschenkelbeins. a Oberschenkelknopf. b Der große Rollhügel. c Grube des großen Rollhügels. d Das compakte Gefüge.

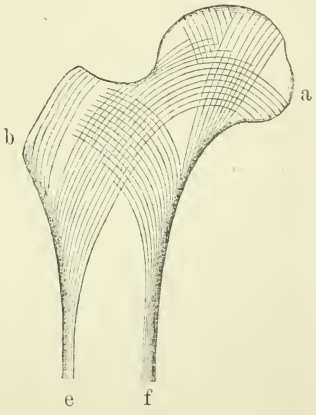


Fig. 433.
Schematische Nachbildung des Oberschenkels mit eingezeichneten Zuglinien (f b) und Drucklinien (e a).

berechnet, und wie sie in Fig. 433 unter Berücksichtigung der Art und Weise seiner Inanspruchnahme in das Oberschenkelbein eingetragen worden sind, auf das Genaueste entsprechen, daß mit andern Worten die innere Architektur der Knochen streng den Gesetzen der Mechanik gehorcht. J. Wolff und W. Roux haben diese Gesetzmäßigkeit des Aufbaus der mechanisch in Anspruch

genommenen Organe weiter untersucht, und Letzterer hat sie ebensowohl in der Form bindegewebiger Organe, wie z. B. der Schwanzflosse des Delphins, als im Bau der Muskeln und der Adern nachweisen können. Immer entsprach der Aufbau des Organs bis in seine kleinsten Theile auf das Vollkommenste den an ihn gestellten mechanischen Aufgaben.

Diese Zweckmäßigkeit der mechanischen Anordnung aller Theile, die durch Schwendener auch bei den Pflanzen nachgewiesen worden ist, bewährt sich aber in einem höhern Sinne dadurch, daß sie nicht nur bestehenden Verhältnissen angemessen, sondern veränderlich ist, indem sie sich einer veränderten Inanspruchnahme direkt anpaßt. Es wurde dies namentlich bei der Heilung von Knochenbrüchen wahrgenommen, sofern die Anordnung der Bälkchen sich änderte, wenn z. B. ein Knochen schief geheilt worden war, wobei dann die Richtungen des höchsten Zuges und Druckes ganz verändert worden waren, so daß sie nunmehr vielfach grade in die Lücken der vorhandenen Bälkchen fielen, während diese bei den veränderten statischen Verhältnissen nunmehr an unrechter Stelle standen. Man beobachtet dann, daß nach einer gewissen Zeit die alte Architektur verschwunden und durch eine neue ersetzt ist, die ebenso genau den veränderten Verhältnissen Rechnung trägt, ja es kann gegebenen Falls ein Nachbarknochen die Funktion des andern, wenn dieser unrettbar verloren gegangen ist, mit übernehmen, z. B. das Wadenbein diejenige des Schienbeins, wobei es sich auf das Drei- bis Vierfache des seitherigen Umfangs verdickt. Wir sehen also, wie unter dem Einflusse eines bestimmten Bedürfnisses eine direkte Umbildung von Organen in lebenskräftigen Wesen stattfindet und Roux nennt diesen Vorgang die funktionelle Anpassung.

Den hierbei stattfindenden Vorgang bezeichnet Roux als einen Kampf der Theile im Organismus. Er meint demnach, daß auch unter den kleinsten aufbauenden Theilchen innerhalb des Organismus, ähnlich wie nach Darwin unter den Lebewesen selbst, eine Art von beständigem Kampf um Nahrung und Raum stattfinde, und dies namentlich auch unter den vorhandenen Bildungen und den Neubildungen, wobei durch den einwirkenden Funktionsreiz nur diejenigen Theile in ihrer Assimilationsfähigkeit gekräftigt werden, die der Körper wirklich gebraucht, während die andern sich allmälig, weil sie an Ernährungsfähigkeit verlieren, zurückbilden und ihnen das Feld räumen. Es wird also hier eine glückliche Anwendung des Lamarck'schen Raisonnements der Kräftigung durch den Gebrauch von dem Organ auf die kleinsten aufbauenden Theile gemacht, wodurch es begreiflich wird, daß bei veränderter Inanspruchnahme die Theile nur in der neuen Richtung gekräftigt werden und wachsen. Wir können uns so die Vorgänge der Umbildung aller Gerüsttheile bei den fossilen Thieren, namentlich die in einem frühern Kapitel ausführlich geschilderte Umbildung der Arm- und Beinknochen bei den Hufthieren, das Schwinden vieler Gerüsttheile bei blos zum Laufen dienenden Gliedmaßen u. s. w. erklären. Dagegen scheint uns der Ausdruck „Kampf der Theile"

für diesen Vorgang nur in derselben Beschränkung anwendbar, wie der Ausdruck „Kampf um's Dasein", denn höchstens bei knapper Nahrung werden die vorwiegend angestrengten Theile den andern, und am meisten den gar nicht gebrauchten Theilen Nahrungsstoff entziehen und diese machen den ersteren ohne Widerstand Platz, nicht blos weil ihnen die Nahrung entzogen wird, sondern weil sie überhaupt an Aufnahmefähigkeit einbüßen, sobald sie ihre specifische Lebensthätigkeit nicht mehr ausfüllen, worauf sie schließlich mehr oder weniger vollkommen dahinschwinden. In einzelnen Fällen jedoch, bei denen eine regelmäßige Rückbildung gewisser Theile stattfindet, wie bei der embryonalen Entwicklung und Metamorphose, scheinen sich gewisse Gewebezellen gradezu auf Kosten der Dahinschwindenden zu ernähren und sich zu sogenannten „fressenden Zellen" umgebildet zu haben, wie wir sie schon früher (S. 110) in den Blutkörperchen und in der Magen-Auskleidung der Wirbelthiere kennen gelernt haben. Metschnikoff und Kowalewsky haben in neuester Zeit erwiesen, daß innerhalb der Zellgewebe von Frosch- und Insektenlarven derartige „fressende Zellen" auftreten, welche im Laufe der Entwicklung hinschwindende Theile, wie z. B. den Schwanz der Froschlarve von innen aus verzehren und somit das aufbauende Material derselben für den Organismus retten. Man darf aber wohl annehmen, daß derartige fressende Zellen erst eine sekundäre Anpassung in Folge des regelmäßig gewordenen Rückbildungsvorganges darstellen.

Nach dem Obengesagten wird es nun auch klar sein, weshalb Thiere, die sich einer neuen Lebensweise anpassen, dabei oftmals früher besessne Organe ohne Ersatz verlieren, weil dieselben eben nicht mehr gebraucht werden. So haben viele Vierfüßler, die sich dem Wasserleben anpaßten, allmälig die Hinterfüße verloren, da ihnen die Vorderfüße zum Rudern genügten (vergl. S. 546—547). Andre, die sich an weiche Nahrung gewöhnten, verloren die Zähne. Thiere, die sich zu einer unterirdischen Lebensweise im Dunklen bequemen, büßen allgemein in Folge des Nichtgebrauchs des Gesichtssinns die Augen ein, und wir kennen solche blinden Grotten-, Erd- und Tiefwasserthiere aus den verschiedensten Klassen, deren nächste Verwandte oftmals sehende Oberweltthiere sind, und deren Junge, wie wir früher (S. 260) sahen, noch mit deutlichen Augen versehen, geboren werden. Analog ist der ebenfalls bei Musterung der niederen Thiere wiederholt von uns besprochene Fall, daß die verschiedensten Thiere durch Gewöhnung an eine parasitische Lebensweise in Folge des Nichtgebrauches die Bewegungs- und Sinnesorgane u. s. w. einbüßen und in der Allgemein-Organisation tiefer als ihre eigenen, den Ahnenzustand wiederholenden Jungen stehen.

Mit den Vorgängen der Stärkung der Organe durch den Gebrauch (funktionelle Anpassung) und ihres Schwundes bei Nichtgebrauch stehen nun offenbar die Vorgänge bei der Anpassung von Pflanzen und Thieren an neue Lebensverhältnisse im nahen Zusammenhange. Wir haben hier

namentlich diejenigen Fälle im Auge, bei denen eine langsame Veränderung des Mediums stattfindet, in welchem die Organismen leben und athmen, wenn etwa süßes Wasser langsam salzig, oder Salzwasser ausgesüßt wird, wenn Wasserthiere sich allmälig gewöhnen, im Sumpfe oder im feuchten Walde zu leben oder Landpflanzen und Landthiere sich nach und nach dem Wasserleben anpassen. Man muß festhalten, daß hierbei keine plötzlichen Neubildungen von Organen nach Bedarf auftreten können, wie denn sämmtliche Organe nur durch eine sehr allmälig fortschreitende Arbeitstheilung innerhalb der bereits vorhandenen Gewebe entstehen konnten; es wandeln sich vielmehr in solchen Fällen meist die bereits in andrer Gestalt vorhandenen Organe um, indem z. B. die Finger und Zehen in's Wasser gegangener Thiere Schwimmhäute zwischen sich ausbilden oder die Kiemen an's Land gehender Fische und Krebse Bewässerungsvorrichtungen erhalten, oder es übernehmen andrerseits Organe, die bisher einer andern, überflüssig werdenden Funktion dienten, eine neue, die ihnen vielleicht nicht ganz fremd war, die sie aber früher nur nebenher verrichteten, und der sie sich nunmehr gänzlich widmen. Einen solchen Funktionswechsel hat z. B. die Schwimmblase der Fische durchgemacht, indem sie sich bei spätern Nachkommen in die Lunge luftathmender Thiere umwandelte, nachdem sie auch den Fischen bereits als beiläufiges (accessorisches) Athmungs-Organ gedient hatte.

Wir müssen aber in allen solchen Fällen möglichst auseinanderhalten, was hierbei der direkten und was der indirekten Anpassung zukömmt. Wir können es wohl begreifen, daß der veränderte Gebrauch der Organe nach den Grundsätzen der funktionellen Anpassung auf den Bau derselben einen starken Einfluß ausübt, wie wir eben hörten, daß der Versuch mit einem schiefgeheilten Beinbruche zu gehen, eine andre Anordnung des schwammigen Gewebes der Knochen veranlaßt, und wir wissen auch, daß die Organismen unter den gewöhnlich wiederkehrenden Fährlichkeiten Selbstregulatoren entwickeln, um ihnen nicht sofort zu erliegen, z. B. gesteigerte Herzthätigkeit bei Frost und stockendem Blutumlauf, Regeneration verlorner Glieder bei niedern Thieren, Beschützung der Wunden von Holzgewächsen durch Harz und Gummi-Ergüsse u. s. w. Aber es müßte mit Zauberei zugehen, wenn der Organismus direkt jedes ihm in den Weg tretende Hindernis mit einer Verbesserung seines Körpers überwinden, auf jeden Reiz mit einer denselben beseitigenden Abänderung antworten sollte.

Es hat Naturforscher gegeben und giebt deren noch heute, die wie z. B. Nägeli glauben, die Organismen seien Selbstvervollkommnungs-Mechanismen, d. h. sie besäßen das Vermögen, sich direkt allen möglichen Erfordernissen anzupassen, und sich aus sich selbst heraus immer weiter zu vervollkommnen. Während wir aber ganz gut einsehen können, daß dies bei der funktionellen Anpassung zutrifft, fehlt uns jede Möglichkeit zu begreifen, wie Pflanzen und Thiere speciellen Zwecken angepaßte Farben, Formen und Zeichnungen erlangt

haben sollten, die ihnen nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen, in besondrer Umgebung und Gesellschaft, unter eigenthümlichen Wechselbeziehungen nützlich werden konnten. Wie sollten z. B. Blumen aus sich selbst heraus und durch den sich in den meisten Fällen gleichbleibenden Reiz krabbelnder Insekten die mannigfaltigsten Farben, Gerüche und Einrichtungen gewonnen haben, die einerseits nur bestimmte Insekten anziehen und andrerseits nur diesen, in ihrem Körperbau ihrerseits angepaßten Insekten, den Lohn für ihre Bemühungen geben; wie sollten Insekten und andre Thiere fremde lebloſe und lebendige Gegenstände bis zur Täuschung des menschlichen Auges in Form, Farbe und Zeichnung nachzubilden vermocht haben, und andre Wesen ihren Körper und ihre Lebensweise bis zur innigsten Ergänzung ihrer Bedürfnisse umgewandelt haben, wenn hier nicht eine, auf dieses bestimmte Ziel hinwirkende Naturzüchtung im Spiele gewesen wäre, die eben dadurch so mannigfaltige Resultate erlangt, weil die Bedingungen unter denen diese Züchtung erfolgt, so unendlich mannigfaltige sind!

Dieser Züchtungsprozeß besteht in der *natürlichen Auslese*, welche diejenigen Abänderungen der Organismen begünstigt, welche sich in jedem Einzelfalle am besten bewähren, und so zwar oft langsam und auf *indirektem* Wege eine *Anpassung* hervorruft, deren Vollkommenheit uns aber immer wieder in das höchste Erstaunen setzt. Wir haben davon bereits viele Beispiele kennen gelernt, und werden auf den folgenden Seiten noch vielen der merkwürdigsten begegnen. Zahlreiche unter ihnen sind gradezu nur durch den Zufall zu Stande gekommen, daß sich zwei bestimmte Organismen in derselben Gegend getroffen haben, und man müßte, wie *Herschel* es seiner Zeit gethan hat, zur Hypothese der prästabilirten Harmonie zurückkehren, um sich gewisse Fälle von Mimicry und Symbiose anders als durch *indirekte Anpassung* unter der Aegide der *Nützlichkeit* derselben zu erklären. Um das hier gemeinte an einem besonders eklatanten Fall zu erläutern, wähle ich das Beispiel der früher (S. 371) erwähnten „lebendigen Ameisennester." Zu ihrem Zustandekommen gehörten: 1) Ameisen, die ihre Wohnung in lebendigen Pflanzen aufschlagen, 2) Pflanzen, die darunter nicht leiden, ihnen bequem sichere Wohnung und reichliche Nahrung bieten können, und 3) als Hauptsache in den Blattschneider-Ameisen ein Feind, der den Pflanzen eine beständige Schutzwache lebender Ameisen zur Lebensfrage machte. Man sieht, die zum Bündniß treibende Ursache liegt hier ganz außerhalb der beiden Organismen, die sich untrennbar auf Schutz und Trutz zum Zusammenleben verbünden und lebende Ameisennester giebt es daher nur in Ländern, wo auch Blattschneider-Ameisen oder gleich gefährliche Feinde des Pflanzenwuchses vorhanden sind. Aehnlich mag es sich in vielen derartigen Fällen verhalten, und die in neuerer Zeit eifrig studirte Symbiose bietet noch viele ebenso lehrreiche Fälle. Findet das enge Bündniß zwischen zwei Thieren statt, so liegt es nahe, dasselbe als ein bewußtes Schutz- und Trutzbündniß zu be-

zeichnen (S. 268), aber die strenge Analogie solcher Fälle mit denen, wo die gegenseitige Anpassung zwischen Pflanze und Thier (S. 370) oder zwischen zwei Pflanzen stattfindet, zeigt, daß wir es in allen diesen Fällen mit gegenseitiger indirekter Anpassung zu thun haben. Einer der merkwürdigsten Fälle der letzteren Art, kommt eben jetzt zu unsrer Kenntniß, die Entdeckung von B. Frank, daß Eichen, Buchen, Haselnußsträucher und andre Cupuliferen, sich statt Haarwurzeln zu treiben, wie die meistem andern Pflanzen, mittelst eines Pilzgeflechtes ernähren, welches die Wurzeln wie ein Haargeflecht umgiebt, und die Feuchtigkeit und Nährstoffe des Bodens den Wurzeln übermittelt, während der Pilz selbst, wie in den Flechten (S. 300) von den im Lichte bereiteten organischen Substanzen mitzehrt. Wahrscheinlich sind die Trüffeln der Fruchtstand dieser Wurzelpilze der Cupuliferen.

Mannigfaltig wie die Natur selbst, sind die Veranlassungen, welche den Vorgang der indirekten Anpassung, dessen Leistungen nachher durch die funktionelle Anpassung vielfach gesteigert werden, in Thätigkeit setzen können. Die hauptsächlichsten darunter beruhen aber wohl in einer Veränderung der äußern Lebensbedingungen, mögen diese nun in einem klimatischen Wechsel, einer Begegnung und Mitbewerbung neuer Lebewesen, Aussterben oder Fortbleiben anderer bestehen. Die meisten dieser Bedingungen wirken zusammen, wenn Thiere oder Pflanzen durch Wanderung oder Verschleppung in eine ganz neue Umgebung gelangen. Es ist völlig sicher, daß die ganz verschiedenen Bedingungen, unter denen sie in der neuen Heimath existiren, in den meisten Fällen directe Abänderungen hervorbringen werden, ebenso wie man durch künstliche Eingriffe in den natürlichen Entwickelungsgang eines Wesens mit großer Sicherheit künstliche Abnormitäten hervorbringt. Man hat solche Abänderungen häufig bei Pflanzen und Thieren, die in ferne Erdtheile verpflanzt wurden, bemerkt und kann sie, wie schon erwähnt, leicht an den nach Nordamerika ausgewanderten Europäern wahrnehmen. Diese Abänderungen werden bei der Fortdauer der Ursache, in längerer Zeit wahrscheinlich sehr weitgehen, wenn sie dem Organismus nicht gradezu schädlich sind, und müssen infolge der vielseitigen Trennung und Verbindung der Erdtheile in den geologischen Perioden wahrscheinlich bedeutend zu der Thier- und Pflanzen-Mannigfaltigkeit durch klimatische Variation beigetragen haben. Allein man darf, wie gesagt, diese klimatische Abänderung nicht mit der Anpassung selbst verwechseln, denn es ist nicht denkbar, daß der zufällige äußere Anstoß, eine irgendwie dem Thiere nützliche Abänderung erzeugt, daß wärmeres Klima z. B. direkt den Mensch so umwandeln könnte, als ob er für dasselbe organisirt wäre. Im Gegentheil sehen wir den Europäer in Nordamerika größtentheils nervös und kinderarm werden, also gewiß keine vortheilhaften Abänderungen erleiden, wenn auch dabei sociale Uebel mitwirken mögen. Hierin liegt die Kritik der von Moritz Wagner der

Selektions-Theorie gegenüber aufgestellten Migrations- oder Separations-Theorie.

Darwin's Scharfblick war es keineswegs entgangen, — und seine oben angeführten Beobachtungen auf den Galapagos-Inseln mußten ihn unmittelbar darauf führen, wie nützlich eine Isolirung neu entstandener Varietäten für ein entschiedenes Auseinanderweichen der Formen und die Bildung ausgezeichneter Arten sein müßte, da bei einer räumlichen Trennung die Gefahr der Wiedervermischung mit den Stammarten ganz wegfällt. Moritz Wagner, der sich auf seinen Reisen besonders mit der geographischen Vertheilung der Thiere beschäftigt und dabei gesehen hatte, wie manche derselben trotz ihrer Beweglichkeit ganz beschränkte Aufenthaltsorte haben, glaubt nämlich die örtliche Sonderung als das eigentliche und einzige treibende Motiv der Artenbildung ansehen, und dasselbe an die Stelle der natürlichen Zuchtwahl setzen zu sollen. Allein er vergißt offenbar, daß den auswandernden Varietäten in der Fremde ebenfalls der Kampf ums Dasein nicht erspart ist, und daß eine zweckmäßige Anpassung an die neue Heimath nur allmälig und im Wege der natürlichen Auslese möglich ist. Man müßte sonst annehmen, daß neu entstehende Varietäten, so lange nach allen Richtungen der Windrose auswanderten, bis sie die ihnen genau auf den Leib zugeschnittene Heimath gefunden hätten, was natürlich immer wenigstens paarweise geschehen müßte. Diese Theorie häuft gradezu die Unwahrscheinlichkeiten und trägt nichts zur Erklärung der Zweckmäßigkeit des Baues bei.

Nach der Darwin'schen Theorie kann man sich leicht erklären, daß die in ein fremdes Land versetzten Wesen, dort sich so lange verändern müssen, bis sich der Organismus den neuen Belichtungs-, Wärme-, Wetter-, Boden- und Concurrenzverhältnissen so vollkommen und auf so verschiedene Weisen angeschmiegt hat, wie er es überhaupt vermag. Dann erst wird der, wie wir oben (S. 721) sahen, durch Mangel und Bedrängniß direkt angeregte Variationsvorgang ruhen und das, was wir in erster Linie unter Anpassung verstehen, erreicht sein, denn die Begünstigung neuer Abänderungen fällt fort und die entstandenen Formen werden dann den Anschein einer gewissen Beständigkeit darbieten. Da nun diese äußeren Bedingungen an jedem Punkt der Erde verschieden sind, so werden in jeder Zone andere Wesen entstehen, und jedes einzelne blickt auf einen Ort zurück, an dem es seine letzte Umbildung empfangen hat. Dies ist die Bedeutung der sogenannten Schöpfungs- oder besser Entstehungsmittelpunkte, und kaum wird es auf der Erde einen Geviertraum von einigen Meilen geben, der nicht in irgend einer Zeit einer bestimmten Pflanzenform oder einer Thierart das Dasein gegeben hätte. Der alte Mahnspruch: wo Du stehest ist ein Grab, ließe sich also auch umkehren, überall stand eine Wiege. Und eigentlich könnte jede Pflanze und jedes Thier nur an dem Orte und in der Zeit

unverändert bestehen, die ihm das Dasein gaben, und in einem gewissen Grade ist dies in der That der Fall.

Sehr lehrreich für den erwähnten Streit über die Ursache der Entstehung geographischer Abarten ist das Verhalten der lokalen Varietäten. Da in der Natur überall Wald und Feld, Gebirg und Thal, Steppe und Wüste, Felsboden und Sumpf abwechseln, so werden wir nach dem Gesagten erwarten müssen, an diesen besondern Oertlichkeiten ihnen speciell angepaßte Thiere und Pflanzen zu finden, die demgemäß auch an der Scholle haften werden. Es ist bekannt, daß dem so ist, und die natürliche Auslese prägt sich dabei am deutlichsten in dem aus, was wir als sympathische Färbungen, Bergungs-Farben oder als schützende Aehnlichkeiten bezeichnen. Die natürliche Auslese muß dahin wirken, jedes Thier vor seinen Feinden sowohl, wie vor seiner Beute, möglichst zu verbergen und zu verstecken, es sei denn, daß das Thier selbst ein Interesse daran habe, von allen Vorüberkommenden gesehen zu werden. Denn die schutzlosen Thiere, welche sich nicht verbergen können, werden bald von ihren Feinden ausgerottet werden, und diejenigen Varietäten übrig bleiben, die dies vermögen, und ebenso würden Raubthiere, die ihren Opfern schon von weitem sichtbar sind, bald aus Mangel an Nahrung umkommen. Daher tragen die meisten Thiere die Farbe ihres gewöhnlichen Aufenthalts, aus demselben Grunde, aus welchem sich der Jäger grün kleidet, nämlich um aus der Ferne im grünen Walde weniger auffällig zu erscheinen. Vor Allem bemerkt man dies bei den eigentlichen Thieren der Wüste, in welcher kein Busch oder Strauch Deckung gewährt. Alle daselbst lebenden Thiere, vom Löwen zu den Wüstenkatzen, Kameelen und Antilopen, zu den Steinschmätzern, Sand- und Haselhühnern, den Lerchen, Wachteln, Geißmelkern, Eidechsen und Schlangen tragen als Grundfarbe ein reines Isabellengelb, welches sich vom Sande so wenig wie möglich unterscheidet, und viele sind noch derartig gefleckt, daß sie schlechterdings nicht von einem steinigen Wüsten-Boden zu unterscheiden sind, auf dem sie sich niederducken. Unsere Erdvögel verhalten sich genau ebenso.

Ein ebenso schlagendes Seitenstück bilden die Polarthiere. Einige von ihnen, die stets zwischen Schnee und Eis leben, wie der Polarbär und amerikanische Polarhase haben eine beständige weiße Farbe, aber andere von ihnen, Schneehuhn, Hermelin, Polarfuchs und Alpenhase, werden nur im Winter weiß, weil ihnen im Sommer das leuchtende weiße Gefieder oder Haar sehr schädlich sein würde. Das im Winter schneeweiße Schneehuhn gleicht im Sommer so genau den flechtenbewachsenen Steinen, zwischen denen es sich aufhält, daß man eher darauf tritt, als man es sieht. Ebenso finden sich nur in den ewig grünen Wäldern der Tropen grasgrüne Vögel, und zwar Papageien, Bartvögel, Blattdrosseln und Turakos, ebenso grasgrüne Eidechsen (Leguane), die auf Bäumen leben, sowie grüne Peitschenschlangen im Rasen. Wie schwer man die grünen Laubfrösche trotz ihrer Häufigkeit in manchen

Gegenden findet, ist bekannt genug, und das Vorherrschen der grünen Farbe bei den von grünem Laube lebenden Raupen ist allgemein, wobei erwähnt werden mag, daß selbst die Nüance des Grüns (z. B. bei der graugrünen Raupe des Sanddorn-Schwärmers) sich oft nach derjenigen der Futterpflanze richtet. Da die grüne Farbe mancher Raupen durch Chlorophyll hervorgebracht wird, so hatten verschiedene Naturforscher angenommen, daß die Ursache, aus welcher z. B. die Raupen des Ligusterschwärmers und Abendpfauenauges, auf dunkelblättrigen Pflanzen, wie Liguster und Apfelbaum mehr blaugrün, auf hellgrünen Eschen und Weiden mehr gelbgrün gefärbt wären, einfach daher rühre, weil sie eben Chlorophyll der entsprechenden Nüancen aufnähmen. Allein E. Boscher und Poulton haben neuerdings durch Versuche ermittelt, daß dies nicht so einfach zugeht, die sympathische Färbung vielmehr in diesen, wie in den meisten ähnlichen Fällen durch indirekte Anpassung entsteht. Falter aus hellgrünen Raupen lieferten wieder hellgrüne Raupen, die auch, wenn sie auf dunkellaubige Pflanzen gebracht wurden, hellgrün und somit ihren Verfolgern leichter erkennbar blieben. Einen der merkwürdigsten Fälle dieser Art hat Mc Lachlan von den Raupen eines einheimischen Spanners (Eupithecia absinthiata) mitgetheilt, die auf verschiedenen Compositen leben, und der Blüthenfarbe derselben entsprechend gefärbt sind, nämlich gelb auf Senecio Jacobaea, röthlich auf Centaurea nigra und weißlich auf Matricaria.

Viele Raupen wechseln ihre Farben in den aufeinanderfolgenden Lebensperioden und nehmen nacheinander verschiedene sympathische Färbungen an. Die am Ginster lebende Raupe von Xylomiges conspicillaris ist in der Jugend einfach grün, aber beim Heranwachsen wird sie, während sich die gelben Blüthen des Ginsters entfalten, ebenfalls gelb. Mitunter ist ein scheinbarer Contrast zwischen der Farbe des Thieres und seiner Futterpflanze oder seines Aufenthaltorts vorhanden. So giebt es auch unter echten Baum- und Laubthieren viele grau, schwarz oder braun gefärbte Arten, aber solche Thiere sitzen entweder auf den dunklen Aesten, oder leben, wie manche braune Schwärmeraupen, am Tage auf der Erde und im welken Laube und besteigen die grüne Futterpflanze nur des Nachts. Ebenso sind Raupen, die im Pflanzenmark leben, farblos, und dies Gesetz, dessen Bedeutung schon Erasmus Darwin erkannt hatte, erstreckt sich bis auf die Vogeleier, die bei Höhlenbrütern stets weiß sind, in offenen Nestern aber mehr oder weniger mit ihrer Umgebung sympathisirende Farben tragen.

Diese nach dem Grundsatz der natürlichen Auslese so klarverständlichen sympathischen oder schützenden Farben fordern bei den Anhängern der Separationstheorie die geschraubte Erklärung, daß die durch freiwilliges Variiren entstandenen weißen Abarten nach dem Pol, die gelben nach der Wüste und die grünen nach dem Walde gewandert seien, und schließlich konnten sie doch auch dann nur durch die natürliche Auslese vor weiterem

Variiren geschützt und in ihrer Eigenart erhalten werden. Noch größer sind die Schwierigkeiten der Separationstheorie denjenigen Thieren gegenüber, welche auf Rücken und Bauch verschiedene sympathische Farben tragen. Schon Erasmus Darwin, welcher die Schutzfarben kurz und bündig erörtert hat, machte darauf aufmerksam, daß die Fische, welche im Wasser schwimmen, ebenso wie die Schwalben und andere Vögel, die in der Luft schweben, auf dem Rücken die dunkle Farbe des Bodens und auf dem Bauch die hellere Farbe des Himmels tragen, wodurch sie für ihre Feinde weniger sichtbar werden, mögen sich nun diese über oder unter ihnen befinden. Sehr schön ist diese doppelte sympathische Färbung bei den Seitenschwimmern (Flundern u. s. w.) und Rochen herausgebildet, deren Oberseite auf das Täuschendste die Farbe des Meerbodens trägt, auf dem sie liegen, so daß man sie erst nach längerem Hinschauen im Aquarium erkennt, während die Unterseite hell gefärbt ist.

Hierher gehört offenbar die große Menge der wie Silber und Perlmutter schimmernden Fische, die den Glanz des von oben in's Wasser fallenden Lichtes nachahmen, und die noch größere Zahl vollkommen durchsichtiger Wasserthiere, deren sämmtliche Organe wie aus farblosem Glase gebildet erscheinen. Diese Thiere haben den doppelten Vortheil, daß man sie weder sieht, wenn sie im klaren Wasser schwimmen, noch wenn sie auf einem dunklen Gegenstande sitzen, oder auf rothen oder grünen Tangen weiden. Im letzteren Falle sieht man entweder den dunklen Gegenstand, auf dem sie sitzen, oder die aufgenommene Nahrung durch die Körpertheile durchschimmern, und deshalb sind sie stets wie der Grund gefärbt, auf dem sie leben. Es erklärt sich daraus leicht, warum diese Glashelligkeit in allen Klassen von Wasserthieren, von den Protisten an bis zu den Würmern, Nacktschnecken, Salpen, Quallen, Krebsen und niedersten Fischen so häufig ist, und ebenso warum viele dieser Thiere in Folge ihrer Sicherheit sich so lebhaft im Wasser bewegen dürfen, während die undurchsichtigen, dunkel oder auffallend gefärbten Wasserthiere, mit Ausnahme der später zu besprechenden Klasse, deren Angehörige Nutzen davon haben, wenn sie gesehen werden, sich nur langsam bewegen, um nicht ihren Feinden aufzufallen.

Andererseits sind diejenigen Thiere, welche auf hoher See beständig ganz nahe an der Meeresoberfläche schwimmen, nach den Beobachtungen Moseley's auf der Challenger Expedition vorwiegend mit dem reinsten und prachtvollsten Blau geschmückt, so namentlich Quallen und Schwimmpolypen wie Minyas coerulea, Velella, Porpita, Physalia und Schnecken wie Janthina und Glaucus. Bei der letzteren zu den Rückenkiemern gehörigen Art ist aber nur die Bauchfläche blau gefärbt, und wird beim Schwimmen nach oben gekehrt, die Rückenfläche ist dagegen glänzend weiß, wodurch Schutz sowohl gegen die von oben her lauernden Seevögel, als gegen die von unten her drohenden Feinde erreicht wird. Die Seesterne, Seeigel, Seelilien und

Korallen der Tiefsee sind dagegen vorwiegend orange-, zinnober- und purpurroth, seltener grün und höchst selten blau oder violett gefärbt, und Keller glaubt, daß dies ein Schutzmittel für sie in den Tiefen bilde; sie seien wegen der zum eindringenden Lichte complementären Färbung — richtiger wohl wegen der unten herrschenden gleichartig röthlichen Dämmerung, — nicht zu erkennen.

Die allervollkommenste Anpassung in dieser Richtung zeigen aber einige Wasser- und Landthiere, die durch abwechselnde Füllung und Leerung eigenthümlicher, unter der mehr oder weniger durchsichtigen Oberhaut liegende Pigmentzellen sich stets eine ihrer Umgebung entsprechende hellere oder dunklere Färbung zu geben im Stande sind. Beim Chamäleon und den Kopffüßlern war dieses Mittel, ihren Feinden und Opfern stets verborgen

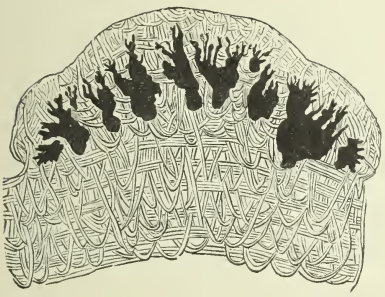


Fig. 434.
Die dunklen Pigmentzellen in der Ruhe.

Fig. 435.
Die dunklen Pigmentzellen im Aufsteigen.

zu bleiben, längst bekannt, obwohl der Mechanismus erst in neuerer Zeit untersucht worden ist. Beim Chamäleon liegt unter der dünnen, papierartigen Oberhaut eine das Licht stark brechende Schicht hellgelben Pigments, welche dem Thiere in ruhiger Gemüthsstimmung und im Sonnenlicht eine gelbliche oder graue Farbe giebt (Fig. 434) darunter befindet sich aber, wie Brücke gezeigt hat, eine Lage äußerst dehnbarer, mit dunklem Pigment gefüllter und weit verästelter Zellensäcke, durch deren Zusammenziehung der Inhalt näher nach der Oberhaut getrieben werden kann, die dann alle möglichen Nuancen von braun, grün und grünblau zeigt, je nach der jedesmaligen Umgebung und inneren Erregung des Thieres. (Fig. 435.) Bei der im Seetang des Weltmeeres lebenden Chamäleon-Garneele (Mysis Chamaeleon) die alle Farben ihrer Umgebung annimmt, scheint ein ähnlicher Mechanismus vorzuliegen, und ebenso bei gewissen Fischen. Starck bemerkte schon 1830, daß Ellritzen, Stichlinge, Schmerlinge und Barsche mehr oder weniger schnell die Schattirung der Gefäße annehmen, in denen sie gehalten wurden, so daß sie in offnen weißen Porzellangefäßen hellschimmernd, in bedeckten oder dunkelwandigen, bald schwärzlich wurden. Pouchet hat in neuerer Zeit (1871) gezeigt, daß es sich hier wahrscheinlich um keinen

bewußten Vorgang, sondern um eine durch natürliche Auslese sehr wohl erklärbare Reflexerscheinung handelt, die durch eine Wirkung des Lichtreizes der helleren Umgebung auf das Auge geschieht. Nehmen wir an, daß ursprünglich die sternförmigen Pigmentzellen oder Chromatophoren unter der durchscheinenden Oberhaut mit dem dunklen Pigment gefüllt seien, so bewirkt der auf das Auge geübte Reiz eine Zusammenziehung und Entleerung der der Oberhaut näherliegenden Zellen. Im Einklange mit dieser Erklärung zeigte Pouchet, das Fische, die man auf der einen Seite blendet, sich dort sofort und dauernd dunkel färben, während sich bei dem völlig geblendeten Fisch die Trauerfarbe der Blindheit alsbald über den gesammten Körper ergießt.

Handelt es sich bei der allgemeinen Körperfarbe, um eine allgemeinere Anpassung an die vorherrschende Farbe ihrer Umgebung, so muß es sich bei der Zeichnung oder Buntfärbung von Thieren um speciellere Anpassungen an einen bestimmten Aufenthalt handeln. Ganz im Allgemeinen läßt sich hier anführen, daß Insekten und Vögel, die von bunten Blumen und Früchten angezogen werden, und unter denselben sich aufhalten, wie die Schmetterlinge und Kolibris die prachtvollsten Farben zeigen, während Erdvögel, Schlangen und ähnliche Thiere in ihrer allgemeinen Färbung sowohl, als in ihrer Zeichnung, ihren Aufenthalt im Dickicht nachahmen. Der Tiger ist durch seine vertikalen Streifen dem Aufenthalte im Bambus- oder Schilfdickicht angepaßt und kaum darin zu erkennen, während die ihrer Beute von Bäumen auflauernden Katzen und Schlangen mit dunklen Flecken oder Augen versehen sind, so daß sie, wie schon Erasmus Darwin bemerkte, dunklen Blättern mit hellen Zwischenräumen gleichen. Vor Allem sind solche Schutzzeichnungen solchen Thieren nöthig, die wie die Nachtvögel und Nachtfalter während des hellen Tages unbeweglich an ihren Lieblingsorten sitzen. Werden solche Thiere, die vermöge ihrer Unfähigkeit, sich am Tage durch Flucht ihren Verfolgern zu entziehen, nur in sympathischer Färbung ihre Rettung finden konnten, am Tage aufgescheucht, so sieht man sie nach einem kurzen Umherirren plötzlich vor seinen Augen, gleichsam wie durch Hexerei verschwinden, und nur derjenige, welcher ihre Plätze sehr genau kennt, und sein Auge dafür geschärft hat, entdeckt sie alsdann wieder. Die Zahl unserer Nachtschmetterlinge und Motten, die in ihrer Flügelzeichnung, Färbung und Schattirung Baumrinden aller Art, altes Holzwerk mit seinen Adern, flechtenbewachsene Steine, grüne oder welke Blätter u. s. w. nachbilden, ist Legion,

Fig. 436.
Weibchen des Birkenspanners (Amphidasis betularia).

als Beispiel mag der Birkenspanner (Fig. 436) wegen seiner ganz regellosen, sich über Leib und Flügel erstreckenden Zeichnung dienen, aber noch lehrreicher sind manche, die welligen Umrisse der Stein- und Holzflechten nachahmenden Eulen u. s. w.

In diesen Fällen ist auch der Umstand bezeichnend, daß nur die Oberseite der Flügel Schutzfarben und Zeichnungen trägt, und die bei Abend- und Nachtschmetterlingen niemals zur Anschauung kommenden Unterseiten sehr vernachlässigt erscheinen, während bei Tagschmetterlingen, die ihre Flügel beim Ruhen emporheben, grade die Unterseiten die Schutzfarben tragen. Eine Ausnahme machen solche Schwärmer und Spinner, die schon am Tage oder in der beginnenden Dämmerung fliegen, denn diese sind oft sehr lebhaft gefärbt. Einen besonderen Fall stellen die lebhaft gefärbten Oberseiten der Hinterflügel mancher Schmetterlinge, wie z. B. der Ordensbänder (Catocala) dar, welche beim Sitzen von den dunkleren Oberflügeln bedeckt werden. Man hat sie als sog. Ablenkungsfarben gedeutet, weil sie durch ihre Grellheit die Angriffe der Feinde von wichtigeren, düster gefärbten Körpertheilen ablenken sollen. J. Weir stellte diese Vermuthung auf, weil ein derartiger Schmetterling, — eine in die Vogelvolière gebrachte Hausmutter (Triphaena pronuba) — erst nach fünfzig Fehlversuchen von den Vögeln ergriffen wurde, die zuerst immer nach den grellfarbigen, leichter zu entbehrenden Hinterflügeln hieben. Bei solchen Schmetterlingen mit hellgefärbten Hinterflügeln, die in der Ruhe von dunkleren Vorderflügeln bedeckt werden, ist das oben erwähnte Verschwinden des sich niedersetzenden Thieres besonders auffallend.

Die Raupen zeigen ebenfalls sehr deutliche Schutzfarben und -Zeichnungen. Bei den grünen Raupen, die auf stengelreichen, schmalblättrigen Kräutern oder auf Gräsern leben, ist der Körper meist durch hellere oder dunklere Längsstreifen getheilt, wodurch die Raupe, selbst beim Hin- und Herkriechen, alle Auffälligkeit verliert. So könnte es Jemandem, der diese Verhältnisse nicht kennt, auffällig erscheinen, daß die Raupen der mit Augen verzierten Tagschmetterlinge aus der Familie unserer Aeugler oder Satyriden, nicht ebenfalls Augen besitzen, wie das vollkommne Insekt und soviele andere Raupen. Allein diese Thatsache erklärt sich leicht dadurch, daß diese Aeuglerraupen alle auf Gräsern leben, und darum nur einfach längsstreifig sein dürfen. Viel schwerer verständlich erscheinen für den ersten Blick die schrägen Streifen, welche den dicken, grünen Körper vieler Schwärmerraupen zieren. Indessen werden auch diese Schrägstreifen für den aufmerksamen Raupensammler leicht verständlich. Sie ahmen offenbar die Seitenrippen der breiteren Blätter nach, welche der Raupe zur Nahrung dienen. So ist die Raupe des Abendpfauenauges vermöge dieser parallelen Schrägstreifen nur schwer von dem Weidenblatte zu unterscheiden, auf dem sie weidet. Daß diese Auffassung die richtige ist, beweist der Umstand, daß solche Schrägstreifen außer bei den grünen Schwärmerraupen auch bei Raupen anderer Familien vorkommen, die

Blätter mit Seitenrippen fressen, aber niemals bei solchen, die auf Gräsern und Nadelhölzern leben. Unter den Schwärmerraupen entbehrt keine der auf breiten, gerippten Blättern lebenden Arten dieser Schrägstreifen; wir erinnern nur an diejenigen der Liguster-, Linden- und Pappelschwärmer, sowie des Todtenkopfes. Bei der Raupe des sonst nahe verwandten Fichtenschwärmers fehlen sie dagegen. Andererseits besitzen die auf Saalweide und Zitterpappel lebenden Raupen der verschiedenen Arten der Schillerfalter diese Schrägstriche und sind daher, wie den Schmetterlingszüchtern bekannt ist, schwierig zu finden. Auffallend könnte es nun erscheinen, daß diese sonst zur Verbergung so nützlichen, hellen Schrägstriche mitunter von lebhaft farbigen Säumen eingefaßt sind, lilafarben beim Ligusterschwärmer, roth beim Lindenschwärmer, blau beim Todtenkopf, bei noch andern gar schwarzrothweis. In der That erscheinen die Streifen im hellen Sonnenschein sehr auffallend, aber wenn man diese Raupen an ihren natürlichen Aufenthaltsorten im grünen Laubschatten beobachtet, wirken jene Farbensäume täuschend wie kräftige Schlagschatten der von ihnen nachgeahmten helleren Rippen. Oft besitzen die grünen Raupen auch bunte Flecken, die genau mit der Farbe der Blüthen oder reifen Beeren ihrer Futterpflanzen übereinstimmen. So ist die graugrüne Raupe des Nachtpfauenauges mit schönen blaßrothen Sternen besprenkelt und harmonirt so völlig mit dem Knospen tragenden oder blühenden Heidekraute, von dem sie sich nährt, daß sie fast nicht darauf zu erkennen ist. In ähnlicher Weise gleichen viele Arten kleiner Raupen, Wanzen, Motten und Käfer, die mitten auf der Oberfläche von Blättern sitzen, auf's täuschendste kleinen Flecken und Häufchen von Vogeldung.

J. Greene und H. Müller haben die auffallende Harmonie hervorgehoben, welche zwischen den im Herbst und Winter fliegenden Nachtschmetterlingen und den herrschenden Farben der Natur in diesen Jahreszeiten bestehen. Im Herbst herrschen gelbe und braune Schattirungen vor, und etwa vier Fünftel der dann fliegenden Motten zeigen diese Farben, während die im Winter fliegenden meist weiß oder silbergrau grundirt sind. Die Eichenglucke (Gastropacha quercifolia) und noch mehr unser Pappelschwärmer gleichen aus einiger Entfernung abgefallenen welken Blättern. Ebenso giebt es zahlreiche Tagfalter, welche in der Ruhe bis zur vollendeten Täuschung das Ansehen grüner oder welker, noch an den Zweigen festsitzender Blätter wiedergeben. Die Aehnlichkeit wird einerseits durch die Blattrippenzeichnung der Unterseite sowie durch den Blattspitze und Blattstiel nachbildenden Flügelschnitt, andrerseits durch die Gewohnheit, vorzugsweise an Zweigen und zwar mit zwischen die aneinandergelegten Flügel zurückgezogenem Kopfe und Fühlern zu ruhen hervorgebracht. Auf diese Weise verschwindet der von irgend einem Feinde verfolgte Schmetterling plötzlich vor den Augen desselben, indem er sich in ein Pflanzenblatt verwandelt, und A. Wallace erzählt uns, daß er den auf Taf. XXIV bei A u. a fliegend und sitzend dargestellten indischen Schmetterling

(Kallima Inachis) oder vielmehr einen sehr ähnlichen Verwandten (K. paralecta) oft durchaus nicht habe finden können, obwohl er die Stelle im Gebüsch, wo er verschwunden war, fest im Auge behielt, bis der Schmetterling dann wieder, und zuweilen genau an der Stelle aufflog, auf die er vergebens hingestarrt hatte. In der Mythologie der Insel Mangaia spielt, wie A. Bastian berichtet, ein solcher Blattschmetterling, der „sich unsichtbar machen kann", eine Rolle, denn er allein wußte die Wächter des Eidechsengottes, der ein Opfer gestohlen hatte, dermaßen zu täuschen, daß er das Opfer stückweise zurückholen konnte: Niemand konnte ihn fangen. Verschiedene südamerikanische Siderone-Arten, welche ebenfalls auf Tafel XXIV dargestellt sind, ahmen, wenn sie ruhen, welke Blätter auf allen Stufen des Verfalls nach, bald als seien diese am Rande angefressen, oder von Minirraupen durchlöchert, oder mit Brandpilzen, Schimmel und Fäulnißpilzen bedeckt. Der prächtige Siderone Ide (B u. b) verwandelt sich in ein stark mit Fäulnißflecken bedecktes, an Spitze und Stiel mit Schimmel überzogenes Blatt; von Siderone strigosus (Fig. 437 u. Taf. XXIV C, c u. d) gleichen Männchen und Weibchen welken Blättern auf sehr verschiedenen Stufen; bei beiden zeigt sich eine angenagte Stelle am Rande, wobei die Darstellung des zernagten Randes in der Wirklichkeit viel täuschender als in unsern Figuren ist, und das eine Geschlecht zeigt überdem zwei glashelle Oeffnungen mitten auf dem Vorderflügel, die täuschend zwei Löchern gleichen. Bei einem verwandten brasilianischen Tagfalter (Paphia Laertes) ist das Randloch mit der unregelmäßig angenagten Begrenzung soweit auf die Mitte des Hinterrandes vom Vorderflügel gerückt, daß es bei emporgehobenen Flügeln wie ein großes, von Insekten gefressenes Loch mitten in dem verwelkten Blatte erscheint!

Fig. 437.
Siderone strigosus. Nach einer Zeichnung von Hermann Müller.

Einen etwas verschiedenen Fall vertritt Hetaira Esmeralda (Taf. XXIV e), ein am Amazonenstrom häufiger Satyride, von welchem Bates erzählt, daß er im Schatten der Gebüsche fliegend, die Erscheinung vom Lufthauche getriebener Blumenblätter nachahme, da man von dem glasdurchsichtigen Schmetterling im Fluge nur die prachtvoll blauen Schillerflecke wahrnimmt.

Es kann wohl keine bessere Illustration für die eingreifenden Folgen des Kampfes ums Dasein auf Gestaltung und Färbung der Thiere geben, als die Thatsache, daß einzelne Thierarten so lange ausgerottet worden sind, wie

sie überhaupt noch von ihren Feinden erkannt werden konnten, so daß nur solche Varietäten übrig geblieben sind, die sehr täuschend das Ansehen des Laubes annahmen, zwischen dem sie sich versteckt halten. Es ist lehrreich, daß solche Thiere meist nicht das frische Laub, sondern verwelkte und verdorbene Blätter nachahmen, die auch von den laubfressenden Thieren verschmäht werden, und daher sind solche Nachahmungen am häufigsten in warmen

Fig. 438.
Brasilianische Pterochroza-Art. 1 : 1.

Ländern, wo es zu allen Jahreszeiten welke Blätter giebt. Diese Nachahmungen ungenießbarer Blätter gehen bis zum Unheimlichen bei zahlreichen brasilianischen Laubheuschrecken aus der Gattung Pterochroza (Fig. 438), von denen auf Taf. IX (vergl. S. 282) drei verschiedene Arten in ihren natürlichen Farben dargestellt wurden. Es würde selbst einem geschickten Künstler unmöglich sein, in irgend welchem Material, Brandpilz- Schimmel- und Fäulnißflecken, Herbstfärbungen, durch Einwirkung der Witterung oder Insektenfraß skelettirte oder beschädigte Blätter getreuer nachzubilden, als es hier die durch Zuchtwahl geleitete Variation vermocht hat, und die im ruhenden Zustande den Körper völlig bedeckenden Vorderflügel würde jeder Uneingeweihte

im abgelösten Zustande, selbst nach stundenlanger Betrachtung noch für trockene Pflanzenblätter halten. Einer ihrer genauesten Kenner, Brunner von Wattenwyl, hat daher gesagt, es sei eine geradezu überschwängliche (hyperteliſche) Nachahmung, da sie viel weiter gehe, als zur vollständigsten Täuschung irgend eines dieser Thiere erfordert werden würde. Wir können indessen nicht umhin, diese Ansicht zurückzuweisen, und müssen vielmehr annehmen, daß die Feinde dieser Thiere scharfsichtig genug sind, um immer noch einzelne Exemplare trotz ihrer so täuschenden Verkleidung zu erkennen, so daß der Züchtungsprozeß niemals ruht. Daher erklärt es sich wohl, daß solche Thiere sehr variabel sind, so daß Wallace von der oben erwähnten Kallima-Art sagt, er habe kaum zwei auf ihren Unterseiten gleiche Exemplare finden können, obwohl alle im höchsten Grade welken Blättern glichen.

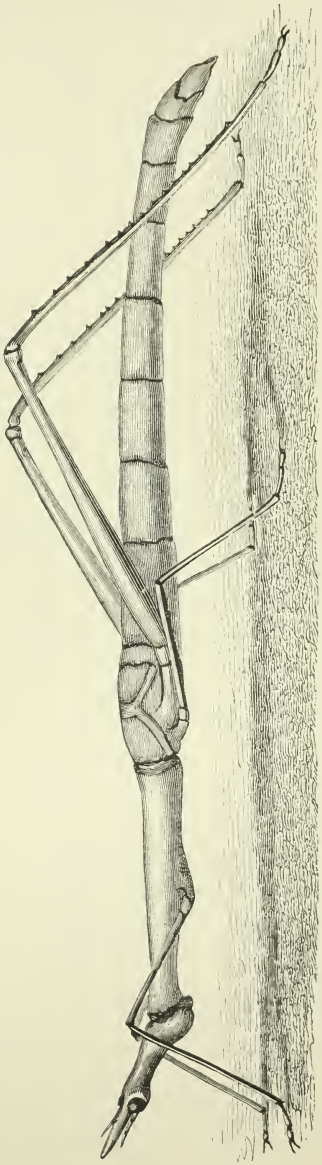


Fig. 438.
Proscopia scabra vom Magdalenenstrom.

Bis zu einer ziemlich vollständigen Täuschung werden diese Nachahmungen auch von den sogenannten Gespenst-Heuschrecken (Phasmidae) getrieben, die sich in dieser Verkleidung unter welkem Laube verbergen, und nur des Nachts fressen. Allgemeiner bekannt in dieser Richtung ist das „wandelnde Blatt" (Phyllium siccifolium Taf. IX e), eine Gattung, deren Arten nicht nur durch die zusammengelegten Flügel vollkommene Nachahmungen von Blättern in allen Einzelheiten der Aderung darbieten, sondern deren Hinterleib und Beine ebenfalls blattartig verbreitert und gezeichnet sind, so daß man, selbst wenn sie sich zu bewegen anfangen, immer noch glaubt, Blätter vor sich zu sehen, unter denen sich ein unsichtbares lebendiges Wesen regt. Eine andere Abtheilung der Gespenst-Heuschrecken ahmt nicht Blätter, sondern durch Flügellosigkeit und ungemeine Streckung des Körpers dazu befähigt, grüne oder

trockene Zweige nach. Einige dieser auch in Südeuropa vertretenen Stabheuschrecken oder wandelnden Zweige werden fußlang und fingerdick, ihre ganze Form, Färbung, Rauhigkeit, Anordnung des Kopfes, der Fühler und Beine scheinen darauf berechnet, abgestorbenen Aesten möglichst gleich zu erscheinen (Fig. 439). Um die Täuschung vollständig zu machen, bewegen sie sich sehr langsam, und haben die außerordentliche Gewohnheit, die Beine unsymmetrisch auszustrecken. Eines dieser Insekten, welches Wallace auf Borneo erhielt (Ceroxylus laceratus), war ähnlich der von Belt beobachteten und auf Taf. IX bei c dargestellten Art mit blattartigen Auswüchsen von hell olivengrüner Farbe bedeckt, so daß es auf das Genaueste einem Zweige glich, welcher von einem Kriechmoos oder einer Jungermannia überwachsen war. Der Dajak, welcher es Wallace brachte, versicherte ihm, daß es bei lebendigem Leibe mit Moos bewachsen sei, und er selbst mußte ganz genau hinsehen, um zu erkennen, daß das vermeintliche Moos dem Thierkörper selbst zugehöre.

Unter den nahe verwandten Fangheuschrecken (Mantidae) giebt es andrerseits zahlreiche Arten, die nicht Blätter oder Zweige, sondern lebhaft gefärbte Blumen nachahmen, um als ihr eigener Köder Schmetterlinge und andere Blumen-Insekten anzulocken, die sie sodann verzehren. Man kennt sie in lebhaft gelber und rother, aber auch grasgrüner Verkleidung. Schweinfurth beobachtete in Afrika eine purpurrothe Mantis-Art, die in Menge auf gleichfarbigen Köpfen einer Kugeldistel saß, unbeweglich ihre Opfer daselbst erwartend, und selbst dem menschlichen Auge mehr wie eine Mißbildung der Blüthen, als wie ein lebendiges Insekt erscheinend. Diese Thiere erinnern an die zahlreichen Fischformen der verschiedensten Gattungen, die auf der Oberlippe oder dem Kopf lange Fühlfäden mit einer Art Köder daran tragen, durch die sie im Schlamme oder Sande eingewühlt, andre Fische herbeilocken, um sie zu verschlingen, wie der Angler (Lophius piscatorius) oder Melanocetus Johnstoni. Fische, die im Seetang leben, zeigen meist olivengrün-, braun- und gelbmarmorirte Körper mit fetzenartigen Flossen, wie der im Sargasso lebende Antennarius marmoratus. Eine der merkwürdigsten und weitgehensten solcher Verkleidungen zeigt wohl der Fetzenfisch (Fig. 440), ein zu den Seepferdchen gehöriges Thier der neuholländischen Meere, dessen die Teufelsfratzen eines van Bosch und Höllenbreughel übertreffender Körper mit seinen weichen bandartigen Anhängen, wie es scheint, für eine Alge oder für ein Fischgerippe von etwaigen Liebhabern angesehen wird und dadurch sein ausgedörrtes Dasein weiterfristet. „Welche unerklärliche Launen der Natur!“ muß hier der Teleologe ausrufen, während die Theorie der natürlichen Zuchtwahl auch solchen Käuzen gegenüber eine Erklärung zu geben weiß, indem sie wenigstens einen Nutzen ihrer fratzenhaften Verkleidung anzugeben im Stande ist.

In der That ist nicht wohl abzusehen, wie man diese gesammte Gruppe

von Erscheinungen anders als durch die Zuchtwahltheorie erklären wollte, denn diese konnte und mußte in ihrer allmälig wirkenden Thätigkeit geradenwegs solche Verkleidungen züchten, indem viele Wesen nur in ihnen ihr Dasein weiter fristen konnten. Moritz Wagner, der, wie erwähnt, die Zuchtwahl nicht anerkennt, und alle, auch die absonderlichsten Erscheinungen durch die Absonderungstheorie erklären will, muß hier annehmen, diese nützlichen Masken

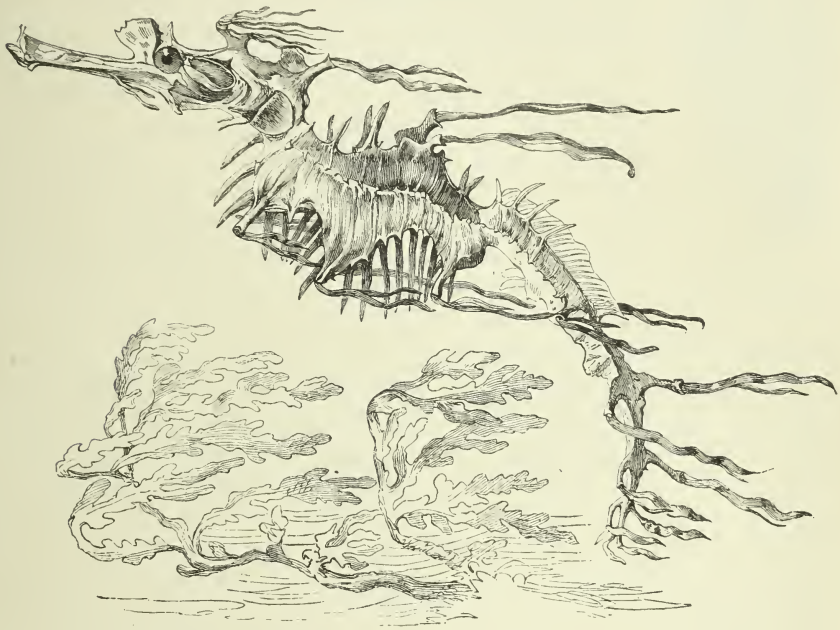


Fig. 440.
Fetzenfisch (Phyllopteryx eques). Natürliche Größe.

seien ohne weitere Züchtung entstanden, und würden bewußtermaßen von den Thieren benützt, um sich zu sichern, indem jedes Insekt z. B. auf einer blumenreichen Wiese zeigte, wie genau es wüßte, an welches Gewächs es sich setzen müsste, um ungesehen zu bleiben. Diese Ansicht, nach welcher die zufällige Aehnlichkeit eines Thieres mit irgend einem leblosen oder lebendigen Gegenstande, von ihm schlau benützt würde, findet in mancherlei Gebahren vieler Thiere eine gewisse Stütze. So richten sich die Spannerraupen starr von dem Zweige ab, an welchem sie sich festgeklammert haben, als wollten sie kleine trockne Aestchen darstellen, und fast immer gleichen die einzelnen Arten am besten den Zweigen derjenigen Bäume, auf denen sie leben. Mehrere unserer Eulchen, z. B. die schon 1746 von Rösel beobachtete und abgebildete Calocampa (Fig. 441) setzen sich in so absonderlicher Stellung mit eng zusammengerollten Flügeln an die Baumstämme, daß sie einem Stück trocknen

Holzes oder losgelöster Rinde gleichen, und fallen, wenn man sie berührt, unbeweglich nieder, ja, sie spielen ihre Rolle als Rindenstückchen sogar weiter, wenn man sie mit Nadelnspießl. Andre Kleinschmetterlinge spielen in gleicher Unbeweglichkeit die Rolle des auf Blättern und Zweigen liegenden Vogeldungs, dem sie mit ihren zu sammengerollten, grau und weiß gesprenkelten Flügeln auf das Täuschendste gleichen. In diesem Manöver des sogenannten Sichtodtstellens haben sie bekanntlich unter Insekten, Erdthieren und Vögeln viele gleichgeschickte und ausdauernde Gefährten, und man zweifelt so wenig an der Absichtlichkeit dieses Manövers, daß man einen kleinen Käfer darnach den Trotzkopf (Anobium pertinax) nennt. Sollte es nicht eben so absichtlich und berechnet sein, wenn die Schmetterlinge, Heuschrecken, Wanzen u. s. w. ihre Verstecke und Ruheplätze stets an denjenigen Orten und auf solcher Unterlage wählen, daß sie von denselben nicht zu unterscheiden sind?

Fig. 441.
Calocampa exoleta.
Nach Rösel.

Eine Bejahung dieser Fragen drängt sich ziemlich stark auf hinsichtlich vieler Fälle der sogenannten Maskirung von Thieren. Wenn Einsiedler-Krebse ihr Gehäuse mit lebenden Seerosen, Wollkrabben ihre Schale mit lebenden Schwämmen bepflanzen, und Seespinnen sich beeilen, ihren entblößten Rücken alsbald mit abgekniffenen Zweigen von Algen, Mooskorallen und Polypen zu bedecken, woselbst sie durch eigenthümlich gekrümmte Angelhaare festgehalten werden und weiter wachsen (vergl. Taf. VIII und S. 267—69) so sieht das sehr schlau, bewußt und absichtsvoll aus, weil diese Räuber dadurch völlig unkenntlich gemacht werden. Aber die Larven gewisser Florfliegen- (Chrysopen-) Arten, welche an Baumstämmen leben und denen man kaum geneigt sein wird, ebensoviel Ueberlegung zuzuschreiben, wie Krebsen und Krabben, bedecken ihren Rücken, wenn man denselben entblößt, ebenso eilig und geschickt, wie schon Réaumur beobachtet hatte, mit Rindenstückchen, den Häuten der von ihnen ausgesogenen Blattläuse und mit besonderer Vorliebe mit den grünen, die Wetterseite der Bäume überziehenden Algen. Ihr Rücken ist denn auch, wie H. Dewitz beobachtet hat, ebenso mit kleinen „Angelhaaren" besetzt, wie derjenige der erwähnten Krebsthiere. Eine kleine afrikanische Spinne befestigt nach Falkenstein Holzspänchen, die zu ihrer Maskirung dienen, mittelst eines klebrigen Sekrets auf dem Rücken und manche unsrer Käferlarven, wie z. B. diejenigen des Lilienhähnchen (Crioceris merdigera) und seiner Verwandten bedecken ihren Rücken mit dem eigenen Koth. Eine festwachsende Ascidie (Cynthia Microcosmos) bekleidet ihren Körper mit einer bunten Welt von Meer-Organismen, und zahlreiche Larven von Frühlingsfliegen und Schmetterlingen fertigen sich aus allen möglichen Holzstückchen, Halmen, Grasblättern, Sandkörnern und selbst aus Schnecken-

schalen Gehäuse, die sie zugleich schützen und verbergen. So sehen wir in Fig. f auf Taf. XXIV eine amerikanische Blattträger-Raupe (Saccophora) dargestellt, die sich aus einem herabgefallenen Blatte ein Futteral macht, welches sie zugleich verbirgt. Um ganz bequem fressen zu können, heftet sie dasselbe mit einigen Fäden an dem Blatte fest, welches sie zur Zeit abfrißt.

Aber trotz aller dieser scheinbar auf das schlaueste berechneten Künste ist es sehr unwahrscheinlich, daß diese Thiere von ihrem Raffinement eine Ahnung haben, vielmehr sind diese Schutz- und Verstellungskünste höchst wahrscheinlich ebenso wie ihre Verkleidung selbst, einzig und allein stufenweise durch die natürliche Auslese gezüchtet worden, indem Thiere, welche zufällig gewisse Gewohnheiten annahmen, dadurch besser vor Vernichtung geschützt wurden als andere. Sehr klar ist dieses Verhalten hinsichtlich des, wie schon erwähnt, in den verschiedensten Thierkreisen geübten, sogenannten „Sichtodtstellens." Die auch dem Menschen eigenthümliche, wahrscheinlich auf einer allgemeinen Eigenschaft des Nervensystems beruhende Besondernheit, durch plötzlichen Schrecken starr und wie gelähmt zu werden, so daß man „kein Glied rühren" kann, und sprachlos wird, ist, wie Preyer in neuerer Zeit gezeigt hat, durch das ganze Thierreich verbreitet, und diese anscheinend plötzlich überraschten Thieren so schädliche Eigenschaft, ist doch vielen Thieren, bei denen sie bis zur völligen Unbeweglichkeit führt, in sofern zu Gute gekommen, als sie dadurch wenn sie den Feind zuerst erblicken, weniger auffällig werden, auch wohl von demselben als Aas ganz verschmäht werden. So mußte diese Eigenschaft gradezu durch ihre Nützlichkeit gezüchtet werden, und ihre Verbreitung ist daher sehr erklärlich. Deshalb drücken sich auch neuausgeschlüpfte Erdvögel, bei Annäherung einer Gefahr unbeweglich an den Boden, und man sieht offenbar an diesen erfahrungslosen Wesen, wie hier ein von der Auslese begünstigter Vortheil erblich geworden ist. Dieselbe Bewandniß hat es wahrscheinlich mit dem vielbewunderten „Kunstgriff" aufgestörter, brütender Rebhühner, bei denen das Weibchen sich stellt, als ob es angeschossen wäre, angeblich um den Jäger von dem Neste wegzulocken. Man bedenkt nicht, wie viel Combinationsgabe und Schlauheit man dem Thiere zuschreiben müßte, um den erfahrenen Jäger zu betrügen, während die Darwin'sche Erklärung, wonach das Thier diese Kunst durch natürliche Zuchtwahl erworben habe, indem es wirklich vor Schrecken halb gelähmt wird, ohne Mühe verständlich ist. Dasselbe würde natürlich von den Heuschrecken und Schmetterlingen gelten, die genau solche Stellungen annehmen und Bewegungen ausführen, um für Blätter, Stengel und Blumen gehalten zu werden, und den Ruheplatz aufsuchen, dem ihre Flügelfarbe und Zeichnung entspricht, dasselbe auch, wie Frédéricq und H. Dewitz gezeigt haben, hinsichtlich des sogenannten „Abwerfens" der Scheeren bei Krabben und Flußkrebsen, welches eintritt, wenn dieselben plötzlich eingeklemmt, festgehalten oder stark gedrückt werden, und früher für eine nach Willkühr geübte Kriegslist gehalten wurde, um

einer Gefahr mit Aufopferung der wiederwachsenden Scheeren, zu entfliehen. Das Abwerfen geschieht aber in Folge einer Art Muskelkrampf, der durch den plötzlichen Reiz, welcher auch ein elektrischer sein kann, ganz unwillkürlich und stets an derselben Stelle wirkt. Der Organismus hat diesen ihm nützlichen „Instinkt der Selbstverstümmlung" erworben, weil Thiere, die dieses Vermögen erlangt hatten, dadurch gewissen Gefahren entgingen, denen die weniger empfindlichen Genossen erlagen.

Ebenso bietet die natürliche Zuchtwahl wohl die einzige plausible Erklärung der weitergehenden Instinkte der Brutpflege u. s. w., wenn man die nicht blos zweckmäßig, sondern geradezu voraussichtig erscheinenden Künste bedenkt, die hierbei angewendet werden, um die Brut zu erhalten, und besonders wenn man sie mit den lächerlich unzweckmäßigen Handlungen vergleicht, welche die Thiere, denselben Instinkten unbewußt folgend, ausüben, auch wenn die Voraussetzungen fehlen, z. B. Vögel wochenlang auf unbefruchteten oder steinernen Eiern brüten und der plumpsten Täuschung unterliegen. Wenn eine kleine Wollbiene, wie Hermann Müller beobachtete, ihre den sogenannten Schaflorbern ähnlichen Cocons einzeln an Steinen der Schafweiden anheftet, oder ein kleiner Rüsselkäfer (Cionus Fig. 442) seine den Samen-Kapseln unserer Scrophularia täuschend ähnlichen Cocons unter dieselben mischt, so wissen sie jedenfalls nichts davon, daß sie die Zukunft ihrer Brut dadurch sicherten, und ein Modell nachahmten, sondern indem sie gewissen im Bereiche ihres Aufenthalts vorkommenden ungenießbaren Bildungen in ihren Cocons näher kamen, sicherten sie mit einem Schlage das Fortleben ihrer Brut und dieses immer weiter getriebenen Instinktes. Das Material aus dem alle diese Wunder der Teleologie geschnitzt werden, liefert die Ueberproduktion der Wesen, und fließt so reichlich, daß die erstaunlichsten Anpassungen hervorgebracht werden können. Unter den unzähligen Beispielen, die hier angeführt werden könnten, mag nur noch der von H. Dewitz be-

Fig. 442.
Stengelstück von Scrophularia nodosa mit reifen Samenkapseln (a) und den Cocons (b) des auf ihr lebenden Cionus Scrophulariae dazwischen. Nach Hermann Müller.

schriebene Cocon eines südamerikanischen Spinners (Aides Amanda) angeführt werden, dessen äußere Wandung mit kleinen, in dunkle Höhlungen blind endigenden Löchern versehen wird, wie um den Schein zu erwecken, als habe man es mit ausgeschlüpften Gallen oder Schlupfwespen-Cocons zu thun.

Um uns die Mannigfaltigkeit und wunderbare Zweckmäßigkeit der Instinkte zu erklären, müssen wir annehmen, daß die Intelligenz der Thiere ebenso wandelbar ist, wie der Körper, und daß geistige Variationen ebenso streng vererbt werden, wie körperliche. Erweisen sie sich überdem der betreffenden Art nützlich, so werden sie durch beständige Uebung bald verstärkt und verbessert werden. Die meisten Forscher sind darüber einig, daß man den niederen Thieren nur eine beschränkte Intelligenz zugestehen kann, und daß eine andere Ursache wirken muß, wenn man sie Handlungen verrichten sieht, welche tiefe Ueberlegung, prophetische Voraussicht, ja, eine gewisse Allwissenheit zu verrathen scheinen. So z. B. sind der Instinkt des Wanderns und die im Zusammenhang mit demselben entfalteten Kräfte vielen Menschen als etwas so Unerklärliches erschienen, daß sie den Thieren zu ihrer Orientirung einen besondern magnetischen Sinn zugeschrieben haben, der dem Menschen trotz seiner höhern Vernunft völlig abgehe. Aber in der Wildniß lebende Menschen besitzen diese Fähigkeiten in ähnlichem Maße, wenn auch nicht in einem so hohen, wie die Vögel, denen sich die Erdoberfläche stets wie eine Reliefkarte darstellt, und bekanntlich ist der Wandersinn so wenig unfehlbar, daß Thiere die diesem Triebe gehorchen, in abnormen Jahren sehr oft ein Land verlassen, welches ihnen noch lange reichliche Nahrung geboten, während sie zu ihrem Verderben aufbrachen, wie die Zugvögel, welche bei uns im Frühjahr zu früh ankommen und an Kälte und Futtermangel zu Grunde gehen. Wir müssen uns eben vorstellen, daß der in unseren Breiten allmählig eingetretene Jahreszeitenwechsel mit seinem periodischen Futtermangel ebenso allmählig gewisse Thiere, die im Winter keine Nahrung fanden, und diese Jahreszeit auch nicht im „Winterschlaf" zu überstehen vermochten, nöthigte, nach Süden zu wandern, und im nächsten Frühjahr zurückzukehren, und daß diese regelmäßige Gewohnheit sich durch häufige Widerholung zu einem physischen Zwange ausgebildet hat, der sich selbst bei Thieren äußert, die in der Gefangenschaft reichliches Futter erhalten. (Vergl. S. 66.)

Aehnlich mag es sich mit vielen andern Instinkten verhalten, die man mit den zufällig angenommenen, durch freiwillige oder unbewußte Uebung eingelernten Fähigkeiten des Menschen vergleichen kann, die, so schwer sie ihm auch im Anfang geworden sein mögen, wie das Gehen, Tanzen, Klavierspielen, Sprechen, Singen, Handfertigkeiten, gymnastische Künste u. s. w. nachher unbewußt vollführt werden können, und wahrscheinlich auch, wenigstens in der Anlage vererbt werden. Auch bieten, worauf schon Cuvier aufmerksam machte, die Instinkte mancherlei Aehnlichkeit mit solchen

ohne Bewußtsein ausgeübten, eingelernten Fähigkeiten. Wie z. B. die meisten Personen ein auswendig gelerntes Gedicht oder ein Lied nicht an jeder Stelle wieder anfangen können, sondern, wenn auch nur im Geheimen, von vorn anfangen müssen, so beobachtete Huber eine Raupe, die ihr kunstvolles Gespinnst, in welchem sie sich verpuppte, wenn man sie gestört hatte, nur um mehrere Stufen rückwärts wieder anfangen konnte, und ein weiter vorgerücktes Gespinnst einer andern Raupe derselben Art gar nicht zu benützen vermochte. Die Instinkthandlungen können eben, wie auch die ohne Bewußtsein geübten des Menschen, nur in einem gewissen Rhythmus, oder in einer bestimmten Reihenfolge geübt werden, es muß bei ihnen erst immer A gesagt werden, bevor B folgen kann, denn das eine weckt das andere. Fabre erzählt ein hierhergehöriges lehrreiches Beispiel von einer Mordwespe (Sphex), die von Vielen für ein höchst intelligentes Thier gehalten wird, weil sie erlernt hat, ihre Opfer durch einige Stiche in die Nerven-Ganglien zu lähmen, und mit dieser Beute, die, weil sie nur gelähmt, aber nicht todt ist, lange frisch bleibt, ihre in einer Zelle verschlossene Nachkommenschaft zu versorgen. Diese Wespen haben den Instinkt, ihr Beutestück zunächst an dem Eingang des Baues, welcher ihr Ei enthält, niederzulegen, dann denselben nochmals zu revidiren und jetzt erst das Beutestück tiefer hinein zu schleppen und die Zelle zu verschließen. Fabre nahm nun ein und derselben Wespe vierzigmal nacheinander das Beutethier weg, während sie den Bau untersuchte, und legte es etwas abseits, aber ebenso oft holte es die Wespe wieder, legte es an die Oeffnung, und folgte dann ihrem Instinkte, zunächst zu sehen, ob drinnen alles in Ordnung sei; schließlich als sie das Beutestück draußen nicht fand, schloß sie die Zelle, in der das Junge somit keine Nahrung fand und verhungern mußte. Solchen Irrungen unterliegen die Instinkte oft. Nach manchen Richtungen besonders hoch entwickelt, sind die Instinkte gesellschaftlich lebender Insekten, von denen wir S. 287—88 gesprochen und erwähnt haben, daß manche derselben, wie z. B. der angeblich einen wunderbaren mathematischen Sinn verrathende Zellenbau-Instinkt der Honigbiene aus mangelndem Verständniß stark überschätzt worden sind.

Einen ferneren Beweis, daß Instinkte eingelernte Gewohnheiten sind, finden wir bei unseren Hausthieren, namentlich beim Hunde, bei dem die verschiedenartigsten, durch Dressur beigebrachten Gewohnheiten z. B. das sehr verständige Benehmen der Jagdhunde, namentlich das so große Selbstverläugnung erfordernde „Stehen" des Hühnerhundes, alsbald erblich und mit steigender Vollkommenheit geübt werden. Ebenso ist offenbar bei den Hausthieren auch die Zahmheit und Anhänglichkeit an den Menschen erblich, ebenso wie in der freien Natur die Wildheit und Scheu vor dem Menschen. Aber auch die letztere ist ein Züchtungsprodukt, denn auf oceanischen Inseln welche der Fuß des Menschen niemals betreten hatte, und deren Bewohner von der Gefährlichkeit dieses zweibeinigen Thieres nichts wußten, waren sie

gar nicht scheu, und Darwin konnte auf den Galapagosinseln einen Falken mit dem Lauf seiner Flinte vom Baume stoßen, während die kleineren Vögel Wasser aus einem Gefäße tranken, welches er ihnen in seiner Hand darbot. Aehnliche paradiesische Zustände haben viele Reisende auf den verschiedensten oceanischen Inseln angetroffen.

Es giebt aber auch Thiere, welche aus Instinkt sehr dreist sind, und nichts von den Verbergungskünsten und Verkleidungen wissen, welche wir vorhin geschildert haben, die sich vielmehr immer offen zeigen, langsam bewegen, und gar keine Lust verrathen, einem andern lebenden Wesen zu entfliehen. Es sind Thiere, die fast niemals vom Raube leben, aber offenbar ganz sicher sind, daß sie Niemand, der sie kennt, angreifen wird, weshalb sich viele von ihnen langsam bewegen, damit sie schon aus einiger Entfernung deutlich gesehen und nicht etwa aus Versehen gefressen werden. Das leuchtendste Beispiel aus dieser seltsamen Gruppe bilden die Leuchtthiere, von denen die Tiefsee mit ihrer ewigen Dämmerung wimmelt, während sie auf dem Lande spärlicher vertreten sind. Im Meere giebt es Leuchtthiere unter allen daselbst vorkommenden Klassen bis zu den Wirbelthieren hinauf; auf dem Festlande sind es außer einigen Ringelwürmern und Tausendfüßen namentlich Käfer, die ihr Licht als kriechende Larven und als fliegende Sterne leuchten lassen, in den Tropen, wo es mehrere Zoll lange Leuchtkäfer giebt, so hell, daß man bei ihrem Scheine lesen und den Weg finden kann, wenn man sie auf die Füße bindet. Das Leuchten findet an sehr verschiedenen Körperstellen statt, und von den Pyrophorus-Arten (Fig. 443 A) hat Brown behauptet, sie leuchteten durch und durch, obwohl man ihr Licht nur durch zwei glasdurchsichtige Stellen (l) des Rückenschildes sieht. Das Leuchten wird durch eine langsame Verbrennung einer fettigen Substanz erzeugt, in welcher sich vielverästelte Athmungsorgane ausbreiten und steht unter dem Einflusse des Willens, weshalb man früher annahm, es diene nur, um die Geschlechter anzulocken, und ein bei manchen Arten das Kopfbruststück durchsichtig machendes Fenster (Fig. 443 B f) dahin deutete, es erlaube dem Thiere, auch die über ihm fliegenden Genossen zu sehen. In Anbetracht des Umstandes, daß auch die Larven dieser Thiere vor der Geschlechtsreife leuchten, und des ferneren Umstandes, daß in der See unzählige Leuchtthiere vorhanden sind, besitzt diese Erklärung aber kaum einige Wahrscheinlichkeit und der eigentliche Nutzen des Leuchtens scheint nur der zu sein, daß sich diese Thiere den Raubthieren kenntlich machen. Belt hatte sich schon vor 1874 davon überzeugt, daß die amerikanischen Leucht-Insekten von Affen und Eulen gleichmäßig ge-

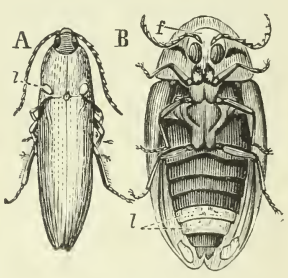


Fig. 443.
Amerikanische Leuchtkäfer. Nat. Größe
A Pyrophorus luminosus (Mexiko) vom Rücken. B Lychnuris splendida (Brasilien) vom Bauche.
l Leuchtflecken. f Fenster.

mieden und von keinem Thiere gefressen werden, weil sie einen üblen Geschmack besitzen, und deshalb ihr Licht als Warnungssignale aussenden, um nicht zum eignen oder fremden Schaden aus Versehen gefressen zu werden. Denselben Schluß hatte der Schreiber dieser Zeilen, ohne von Belt's Versuchen zu wissen, vor einer Reihe von Jahren in Bezug auf gewisse Tiefseefische, wie Sternoptyx hemigynnus (Fig. 282) gezogen, deren durch Linsen concentrirtes Licht blendend hell, wie dasjenige der Leuchtthürme erstrahlt.

Das Leuchten gewisser im Dunklen lebender oder nächtlicher Thiere ist also in biologischer Hinsicht den sogenannten Trutz- oder Warnungsfarben der Tagthiere zu vergleichen. Man bezeichnet mit diesem Namen gewisse grelle Farben oder auffallend bunte Zeichnungen, wie z. B. das leuchtende Gelb der Wespen, und die schreienden Farben vieler Raupen, Salamander, Reptile u. s. w. und hat sich in vielen Fällen überführen können, daß solche ihr prahlendes Kleid mit langsamen Bewegungen zur Schau stellenden Tagthiere, seien es nun Raupen, Schmetterlinge, Käfer, Reptile, Nacktschnecken u. s. w., gleich den Leuchtthieren meist ungenießbar oder gar giftig sind. J. Weir hat sich durch direkt zu diesem Zwecke angestellte Versuche überzeugt, daß alle unsere sich nicht irgendwie versteckenden bunten Raupen, wie z. B. die auf Stachelbeeren lebenden Raupen des Harlekin's, oder die der Wollkraut- und Pimpinell-Eulen, der Elsterchen u. s. w. von Vögeln entschieden zurückgewiesen werden, während sie die unscheinbaren, schwärzlichen oder grünlichen Raupen begierig fraßen. Auch Eidechsen und Frösche rühren solche Raupen nicht an. Belt erzählt von einem in Nicaragua dreist am Tage herumhüpfenden Frosche, der lebhaft roth und blau gefärbt ist, während die Frösche sonst meist grau und bräunlich oder grünlich, d. h. ihrer Umgebung sympathisch gefärbt sind und des Nachts auf Raub ausgehen. Als einer der besten Kenner dieser Klasse biologischer Erscheinungen von vornherein überzeugt, daß dieses Thier ungenießbar sein müsse, warf er es seinem Hofgeflügel vor, aber kein Huhn und keine Ente wollte es fressen, bis eine junge, noch unerfahrene Ente zuschnappte, das Thier aber augenblicklich wieder wegwarf und kopfschüttelnd umherlief, als wollte sie einen unangenehmen Eindruck abschütteln.

Die beste Gelegenheit, um die Theorie der Trutzfarben zu studiren, bieten einige große, hunderte von Arten umfassende Schmetterlingsfamilien der wärmeren Länder dar, nämlich die in größter Zahl in der alten Welt vertretenen Danaiden und die Helikoniden der neuen Welt, sofern ihre Angehörigen große, oft prachtvoll gefärbte, gar nicht scheue und ganz langsam fliegende Schmetterlinge sind, deren ganzes Gebahren darauf auszugehen scheint, von allen Mitlebenden gesehen zu werden. Wenn sie auf einer Blume sitzen, legen sie die Flügel nicht nach oben zusammen, wie die meisten unsrer gewöhnlichen, schnellfliegenden Tagfalter es thun, um an Auffälligkeit zu verlieren, sondern sie breiten sie frei und offen aus, weil sie eben wegen eines

gewissen widerlichen Geruches oder Geschmackes ihrer Säfte von keinem erfahrenen Insektenfresser, sei es nun Amphibium, Reptil, Vogel oder Säugethier gefressen werden. Sie sind gefeit vor allen Angriffen, seitens derer, die sie kennen, und ihr Gebahren geht demnach darauf hinaus, genau gesehen zu werden und sich viele Bekannte zu erwerben, weshalb sie auch meist ruhig sitzen bleiben, wenn ein Mensch die Hand nach ihnen ausstreckt und weiter Nektar saugen, als ob nichts geschehen wäre, wenn er sie wieder auf eine Blume setzt.

Als H. W. Bates, der „Naturforscher am Amazonenstrom" die Eigenthümlichkeiten und Vorrechte der Helikoniden zum ersten Male genauer studirte, fand er, daß diese Thiere nicht nur selbst vor den Angriffen der Insektenfresser sicher sind, sondern durch ihre Unnahbarkeit auch eine Anzahl anderer wohlgenießbarer Arten aus ganz verschiedenen, im Gegentheil stark gefährdeten Gruppen, die ihre Livrée tragen, schützen, wie die Ritter des Mittelalters ihre Hörigen. Man bezeichnet dieses Verhalten, die Nachäffung mit irgend welchen Vorrechten versehener Lebewesen nach Farben, Tracht und Manieren, speciell mit dem Kunstausdruck der Mimikry, obwohl einzelne Autoren denselben Ausdruck auch im verallgemeinerten Sinne auf die vorhin geschilderten Nachahmungen lebloser oder unbeweglicher Gegenstände durch annähernde Färbung, Form und Zeichnung ausdehnen. Ein besondrer Kunstausdruck wie „Nachahmung der Gemiedenen" wäre daher für diese Fälle am Platze. Die durch Bates zuerst gegebene Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinungen wurde später durch Trimen, Wallace und besonders durch Fritz Müller zu einer abgeschlossenen Theorie ausgebaut.

Im südlichen Amerika sind es ganz besonders die unsern gemeinen Weißlingen und Citronenvögeln nahe verwandten Leptalis-Arten, die dort die prachtvoll rothen, gelben und schwarzen Färbungen der Acräinen, Danaiden und Heliconiden annehmen, und ihre von den Insektenfressern verschmäheten Vorbilder oft so täuschend, Strich für Strich, und Fleck für Fleck nachahmen, daß ein genaues Hinschauen und eingehende Kenntniß dazu gehört, um zu erkennen, daß es sich um Schmetterlinge einer gar nicht verwandten Gruppe handelt. Wir haben auf Tafel XXV einige besonders lehrreiche Fälle solcher „Nachahmungen gemiedener Formen" dargestellt, und dabei mit Absicht solche Fälle gewählt, wo die Nahahmung noch nicht bis zur vollkommnen Ununterscheidbarkeit geht, wie z. B. zwischen Heliconius pardalinus und Melinaea pardalis vom Amazonenstrom, aber groß genug ist, um aus einiger Entfernung täuschend zu wirken. Im Allgemeinen stellt dabei der mit großem Buchstaben bezeichnete Schmetterling das Vorbild, und der mit dem entsprechenden kleinen Buchstaben bezeichnete, einen seiner Nachahmer dar. Ich mache hierbei zunächst auf zwei brasilianische Weißlinge (Pieriden) Leptalis Astynome (b) und Leptalis acraeoides (c) aufmerksam, welche, obwohl zu derselben Gattung gehörig, einander in Flügelschnitt und Zeichnung ganz un-

ähnlich geworden sind, weil die letztere Art die ungenießbare Acraea Thalia (C) und die erstere Mechanitis Lysimnia (B) oder eine andre der zahlreichen ähnlichen Danaiden oder Helikoniden Südamerikas nachahmt. Es muß nämlich hierbei erwähnt werden, daß in vielen Gegenden Südamerikas verwandte Gattungen der genannten Abtheilungen z. B. Lycorea, Ceratinia, Mechanitis, Ithomia, Melinaea, Tithorea, Acraea, Heliconius und Eueides Parallelformen enthalten, die einander sehr ähnlich sind, und von denen drei oder vier Arten meist zusammen fliegen, obwohl sie sämmtlich zu den gemiedenen Arten gehören, während in andern Gegenden von ihnen verschiedene, aber unter sich wiederum ähnliche Parallelformen derselben Gattungen zusammen fliegen, denen sich dann die ihnen entsprechenden, aber an sich ungeschützten Nachahmer beimischen. Man kann daher das specielle Vorbild einer solchen Gruppe, welches wahrscheinlich eine am strengsten gemiedene Art und in unserem Falle wahrscheinlich Heliconius Eucrate ist, nicht immer genau angeben, und der Umstand, daß selbst gemiedene Gruppen Nachahmer stellen, ist wahrscheinlich so zu erklären, daß auch sie, obwohl sie nicht gern gefressen werden, noch einen gewissen Schutz durch die Nachahmung eines noch widriger als sie schmeckenden Vorbildes erfahren.

Einen andern lehrreichen Fall stellen die Figuren D und d dar, einen Spinner vom Amazonenstrom (Pericopis Dorides Taf. XXV d), der einen dortigen geschützten Tagfalter (Heliconius Doris rubra Fig. D) nachahmt. Dieser Spinner gehört zu einer kleinen Gruppe am Tage und im hellen Sonnenschein fliegender Arten, die daher des Schutzes bedurften, und andre Arten derselben Spinnergattung ahmen wieder andere, höchst verschieden aussehende Danaiden und Helikoniden der Gegend nach. Diese Nachahmung ist darum naheliegend und erfolgreich, weil die Helikoniden gleich den Nachtschmetterlingen meist mit ausgebreiteten Flügeln sitzen, aber mitunter schlagen sie dieselben auch nach oben zusammen, und in dieser Beziehung ist es sehr interessant, daß Hyelois Heliconides, aus einer verwandten Spinnergattung mit ihrer Oberseite täuschend die Unterseite der geschützten Ituna Ilione und Thyridia Megisto, die sich ziemlich genau gleichen, nachahmt. Fig a (Taf. XXV) endlich zeigt uns einen indischen Angehörigen der an schönen Arten so reichen Gattung Papilio; es ist der seltene Papilio Caunus, welcher die gemeine Euploea Radamanthus (A) ziemlich getreu nachahmt. Die mit einem noch lebhafteren blauen Schiller versehene, aber weniger schön gezeichnete Euploea Midamus wird ebenso getreu, durch zwei andre seltene Papilio's (P. paradoxa und P. aenigma) nachgeahmt, und Wallace fand oft zu seiner Verwunderung unter den Schaaren dieser gemeinen Danaiden ein Paar der seltenen und unähnlichen Verwandten unsres Schwalbenschwanzes, die er für Euplöen angesehen und als solche gefangen hatte.

Man hat zweifelnd gefragt, wie es denn möglich sei, daß ursprünglich ganz fernstehende Schmetterlinge durch die natürliche Zuchtwahl zu einer so

Gebrüder Borntraeger, Berlin.

Paul Geissler Kunstwerkstatt, Berlin

Nachahmung (Mimikry) der Schmetterlinge.

getreuen Nachahmung höchst verschiedener Arten geführt werden könnten, da sie doch diesen gewaltigen Schritt nicht mit einem Male machen konnten, und eine geringe Annäherung ihnen so wenig Nutzen bringen würde, daß man

Fig. 444.
Papilio Memnon.
Männchen. 1/2.

Fig. 445.
Papilio Memnon.
Ungeschwänztes Weibchen. 1/2.

kaum eine Weiterzüchtung in derselben Richtung erwarten dürfte. Allein einmal giebt es unter den durch übeln Geschmack geschützten Familien auch einfacher gefärbte Arten, die leichter mit Vortheil nachzuahmen waren, und

Fig. 446.
Papilio Memnon.
Geschwänztes Weibchen. 1/2.

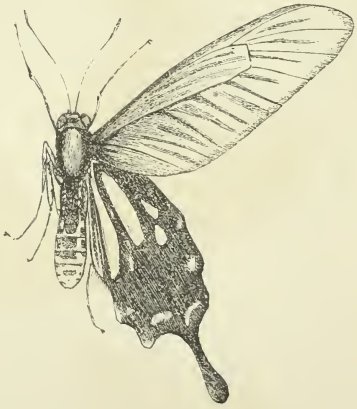


Fig. 447.
Papilio Coon.
Halbe natürliche Größe.

wenn der Prozeß zu einer Zeit begonnen hat, wo die betreffende nachgeäffte Form noch nicht den vollen Glanz ihrer Trutzfarbe erlangt hatte, so könnte die andere ihrem Vorbilde wohl auch schrittweise aus unscheinbaren Anfängen gefolgt sein, so daß die Entfernung des Nachahmers von den ursprünglichen

Charakteren seiner Gruppe eine allmälige und doch nutzenbringende sein konnte, wenn auch der aus der Täuschung der Feinde entspringende Nutzen anfänglich nur klein sein mochte und erst später zunahm.

Wallace hat hiervon ein interessantes Beispiel in einem auf Sumatra lebenden Schmetterlinge beobachtet, den wir etwas genauer betrachten wollen, weil er zugleich eine gute Illustration für die sogleich näher zu erörternden geschlechtlichen Farben darbietet. Bei dem in Rede stehenden Papilio Memnon sind nämlich Männchen und Weibchen wie bei vielen Thieren so verschieden, daß man früher daraus zwei Arten, Protenor und Memnon gemacht hatte (vgl. S. 723). Das Männchen (Fig. 444) ist vorwiegend schwarz mit zerstreuten blaugrünen Schüppchen auf den Adern, das Weibchen (Fig. 445) am Hinterflügel dunkelbraun, an dem sonst ähnlich gestreiften Vorderflügel aber ganz hellbraun, mit zwei ungleich großen Orangeflecken an der Wurzel des Vorderflügels. Neben diesem im allgemeinen Flügelumriß und in der Vertheilung der Streifen dem Männchen ähnlichem Weibchen, ist nun als zweites Weibchen ein sehr verschieden gestalteter und gefärbter Schmetterling erkannt worden, der früher als besondere dritte Art, (Papilio Achates, Fig. 446) beschrieben worden war. Diese Form des Weibchen gleicht viel weniger der eigenen Art, als einem anderen, Sicherheit genießenden, aber gar nicht näher verwandten Schmetterlinge derselben Gegend, dem Papilio Coon (Fig. 447.) Dieser gelbgefleckte Schmetterling bildet nun im nördlichen Indien eine rothgefleckte Spielart (P. Doubleday), und in denselben Gegenden sind auch die geschwänzten Weibchen der indischen Varietät von P. Memnon (P. androgeus) rothgefleckt. Man glaubt hier deutlich zu sehen, wie die nachahmenden Weibchen mit ihrem schützenden Vorbilde weiter Schritt gehalten haben, sei es nun, daß die gelbgefleckte oder die rothgefleckte Art älter ist. Der Grund dafür, daß die Weibchen dieser Art von Abänderung mehr unterworfen sind, als die Männchen, liegt in ihrem Schutzbedürfniß, weil sie nämlich mit Eiern belastet, nur langsamer fliegen können, und beim Ablegen der Eier leicht von ihren Feinden überrascht werden. Wir werden sogleich sehen, daß auch bei den Vögeln die Weibchen viel stärker zur Annahme schützender Farben neigen, als die Männchen.

Eine zweite Gruppe dieser Erscheinungen bilden die „Nachahmungen gefürchteter Thiere," wobei oft Thiere aus ganz verschiedenen Ordnungen als Nachahmer auftreten. Sie kommen sogar unter den Wirbelthieren vor, denn eine Anzahl gefürchteter Giftschlangen wird von unschädlichen Arten genau kopirt. Bates beobachtete am Amazonenstrom sogar eine große Raupe, welche täuschend einer dort lebenden kleinen Giftschlange glich und die Augen des gefürchteten Reptils durch zwei große Augenflecke kopirte. Vielleicht am häufigsten und in allen Erdtheilen werden die Wespen und Hornissen kopirt, die sich, wie es scheint, überall in Respekt zu setzen gewußt haben. Man kennt Insekten aller Ordnungen (Heuschrecken, Käfer,

Fliegen, Wanzen und Schmetterlinge), welche in Gestalt und Färbung den Wespen täuschend ähnlich sehen. Von den in Deutschland einige zwanzig Arten betragenden Glas-Schmetterlingen oder Sesien gleichen Viele auf das Täuschendste Wespen und Hornissen, wie z. B. der Hornissenschwärmer (Trochilium apiforme Fig. 448); ein südamerikanischer Käfer (Charis Melipona) gleicht den dortigen Honigbienen (Melipona), ein anderer, Odontocera odyneroides, einer Wespen-Art (Odynerus). Belt beobachtete in Nicaragua einen Halbflügler (Spiniger luteicornis), der nicht nur ganz so gefärbt war, wie eine dort lebende Hornisse (Priocnemis), sondern auch in ähnlicher Weise, wie diese mit vibrirenden Flügeln und Fühlern umherlief. Ebenso geberden sich einige südamerikanische Schaben-Arten, welche nach der Beobachtung desselben Naturforschers die geschützten Leuchtkäfer nachahmen, ebenso dreist wie diese, und zeigen nichts von der ihrer Sippe sonst eigenthümlichen Begierde, sich in Ritzen und Spalten zu verkriechen.

Fig. 448.
Hornissenschwärmer.

Ueberhaupt geberden sich manche völlig harmlosen Thiere in der Art kampflustiger Helden. So laufen unsre mitunter etwas wespenähnlichen Kothkäfer (Staphylinus) mit drohend aufgehobenen Schwänzen einher, als könnten sie stechen, wie Wespen und Skorpione, und die Raupe des Buchenspinners (Stauropus Fagi), welche bereits Aldrovandi die „Spinnenraupe" genannt hat, erhebt den Kopf und bewegt ihre auffallend langen Vorderbeine wie eine Spinne, wodurch sie sich vielleicht, wie Hermann Müller vermuthet, vor Schlupfwespen schützt, die sich vor Spinnen sehr in Acht zu nehmen scheinen. Die Raupen des kleinen und großen Weinvogels (Chaerocampa Porcellus und Ch. Elpenor) flößen, wie sich Weismann durch wiederholte Versuche überzeugt hat, wenn sie ihren schweinartigen Rüssel einziehen, so daß die großen starren Augenflecke an dem verdickten Scheinkopf stehen, kleinen Vögeln solchen Schrecken ein, daß sie die Raupe nicht anzugreifen wagen. Die ansehnliche Raupe eines großen nordamerikanischen Spinners (Eacles regalis) ist am Kopfe mit einem Federbusch, der sich sträubt, wie der eines Kakadus versehen, so daß sie eine besonders auffallende Schreckstellung annehmen kann, und sie wird demgemäß von den Eingebornen und dem Volke in Amerika als das giftigste und gefährlichste aller Thiere gefürchtet, so daß Erstere sie für Entomologen um keinen Preis sammeln wollten.

Einen dritten Fall stellt endlich die hinterlistige „Nachahmung auszubeutender Thiere" dar, welche namentlich Schmarotzer benützen, um sich unerkannt ihren Opfern zu nähern oder sich in ihre Nester einzuschleichen. So weicht, wie Gerstäcker geschildert hat, eine europäische Schlupfwespe

(Crypturus argiolus) in Farbe und Zeichnung von den andern Ichneumoniden ab, und nimmt bis auf die geringsten Einzelheiten diejenigen der französischen Papierwespe (Polistes gallica) an, deren Schmarotzer sie ist. Da aber diese Art weitverbreitet ist, und viele lokalen Varietäten besitzt, so werden sorgfältig die einzelnen Varietäten von ihren Besuchern nachgeahmt, wahrscheinlich weil sie sonst bei ihren Versuchen, sich einzuschleichen, keinen Erfolg haben. Einen nicht weniger merkwürdigen Fall bildet eine einheimische Dickkopfsfliege (Conops diadematus) die bei einer Wespe (Vespa germanica) schmarotzt, und deren Aussehen nach Farbe und Zeichnung genau nachahmt. Sehr zahlreich sind die Spinnenarten, welche in den Nestern gewisser Ameisen schmarotzen,

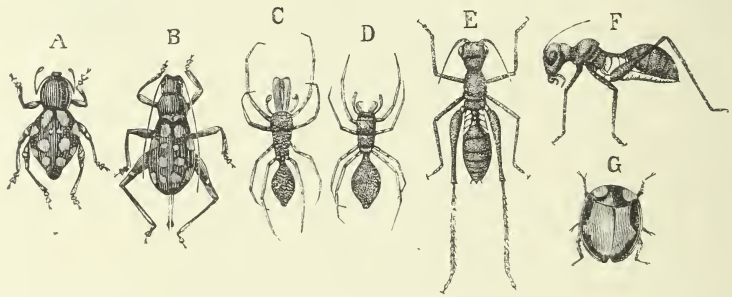


Fig. 449.
Nachahmungen von Insekten durch solche aus andern Ordnungen.
A Rüsselkäfer (Apocyrtus spec.) von den Philippinen. B Denselben nachahmende Heuschrecke. C, D Spinnen, welche Ameisen nachahmen. E, F Obere und seitliche Ansicht einer Ameisen nachahmenden Heuschrecke (Myrmecophana fallax). G Heuschrecke (Phoraspis), die einen Marienkäfer nachahmt.
A, B, C, D, G nach Karl Semper. E, F nach B. v. Wattenwyl.

und deren Gestalt, Farbe und Benehmen genau nachahmen. Wir sehen in Figur 449 C, D zwei solche Ameisen nachahmende Spinnen (nach Semper) kopirt.

Dieselbe Figur zeigt uns unter den Buchstaben B, E, F, G drei verschiedene Heuschrecken-Arten, von denen die erste (B Scepastus pachyrhynchoides) nach Form, Farbe und Zeichnung einen Rüsselkäfer (Apocyrtus A) aus der durch besonders schöne Formen auf den Philippinen vertretenen Familie der Dickrüßler (Pachyrhynchen) nachahmt. Um zu zeigen, daß diesen Nachahmern nichts unmöglich ist, bildet Semper daneben eine Heuschrecke (Phoraspis Fig. 449 G) ab, die eine Art Marienkäfer (Coccinellide) der Philippinen nachahmt. Die Krone verdient aber doch wohl eine zuerst durch Brunner v. Wattenwyl beschriebene und abgebildete flügellose Laubheuschrecke (Myrmecophana fallax Fig. 449 E, F) aus dem Sudan, welche in ihrer schwarzbraunen Farbe, Kopfform, Rückenhöcker u. s. w. so täuschend wie möglich eine Ameise nachahmt. Nur ein Punkt verursachte, wie es scheint, ernstlichere Schwierigkeiten, die Wespen- oder Spinnentaille. Eine solche Verschmälerung ließ sich der Verdauungsapparat einer Laubheuschrecke, die ungeheure Mengen

von Futter zu vertilgen hat, schlechterdings nicht gefallen. Aber die natürliche Zuchtwahl macht selbst vor einem solchen Hinderniß nicht kehrt; sie verfuhr wie menschliche Künstler in ähnlichen Verlegenheiten und verbarg die entstellende Plumpheit der Taille durch einen großen weißen Flecken auf jeder Seite, so daß aus einiger Entfernung doch der Ameisenleib täuschend genug zu Stande kommt.

Wir haben im Vorstehenden den Folgen der natürlichen Zuchtwahl einen ausführlichen Raum gewidmet, weil sie ebenso interessant als lehrreich sind und jeder andern Erklärung spotten. Man hatte solche Aehnlichkeiten und Nachahmungen, weil sie selbstverständlich immer bei Thieren vorkommen, welche die gleiche Oertlichkeit bewohnen, von den gleichen klimatischen Einflüssen, denen solche Thiere ausgesetzt waren, oder von der Gleichheit des Futters ableiten wollen, oder gar gemeint, die Nachahmer seien Bastardformen, als ob Ameise und Heuschrecke, Biene und Schmetterling fruchtbare Nachkommen erzielen könnten, und obwohl alle solche phantastischen Meinungen durch die geringste Prüfung widerlegt werden. So haben wir gesehen, daß die Nachahmung bei Schmetterlingen in vielen Fällen nur den Weibchen der Gattung zukömmt, die aus leicht verständlichen Gründen ein größeres Schutzbedürfniß entwickeln. Wir finden dies nach einer andern Richtung hin auch durch die weiblichen Vögel bestätigt, obwohl sich daraus vielfach andere Verhältnisse herausgebildet haben, wie bei den Schmetterlingen, da es bei den Vögeln eine Nachahmung geschützter oder gefürchteter Formen kaum giebt, wenn man nicht als Beleg etwa, die Aehnlichkeit der scheuen Kuckucke mit Habichten und andern Raubvögeln anführen will, die bei uns zu der Sage Veranlassung gegeben hatte, der Kuckuck verwandele sich im Winter in einen Habicht.

Dem größeren Schutzbedürfniß der weiblichen Vögel während der langen Brütezeit ist nämlich wahrscheinlich der Umstand zuzuschreiben, daß unter vielen Vogelfamilien, bei denen die Männchen die prachtvollsten Zierden; leuchtende metallschimmernde Federn, Helmbüsche, und lange Schwänze zur Schau tragen, die Weibchen dieses gesammten Schmuckes entbehren, unscheinbar und den Nistplätzen, an welchen sie brüten, ähnlich gefärbt sind. Wir finden dieses Verhalten bei vielen Hühnervögeln (Fasanen, Pfauen) den Contiga's und Tanagra's, sowie bei den Paradiesvögeln, bei denen allen das Männchen im herrlichsten Schmuck stolzirt, während das Weibchen meist erdfarbig gesprenkelt, einfach braun oder olivengrün ist, und oft nicht die mindeste Aehnlichkeit mit ihrem prunkenden Eheherrn zeigt. Die verschiedene Lebensweise und die ungleichen Bedingungen, unter denen die beiden Geschlechter leben, erklärt diese Art von Geschlechtsdimorphismus hinlänglich. Dagegen bleibt die Frage unerledigt, ob die prachtvollen Farben der Männchen, die in seltneren Fällen auch den Weibchen eigen sind, nicht an sich einer Erklärung bedürfen. Wir haben gesehen, daß schöne und auffallende,

glänzende Farben den Blumen und den wegen ihres übeln Geschmackes gemiedenen Thieren auch an sich nützlich sind und daher durch natürliche Auslese erzeugt werden können, allein diese Erklärung scheint für die prachtvollen Farben mancher Thiere, die an sich nichts weniger als gemieden sind, nicht auszureichen. Ausgehend von dem Umstande, daß diese Farben sich zur Zeit der Fortpflanzung zu ihrer höchsten Pracht entwickeln, und dann von den Männchen bei ihren Werbungen zur Schau gestellt werden, hat Darwin seine Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl aufgestellt, welche bis jetzt die einzige befriedigende Erklärung für die allmählige Ausbildung einer solchen Pracht abgiebt, wie sie z. B. der Pfauenschwanz darbietet. Daß die Männchen um den Besitz der Weibchen kämpfen, ist eine allbekannte Thatsache, und schon der ältere Darwin wies darauf hin, daß die Waffen der Männchen vieler pflanzenfressenden Thiere, z. B. das Geweih der Hirsche, die Hauer des Ebers u. s. w. hauptsächlich dazu da zu sein scheinen, um den Nebenbuhler bei der Werbung zu besiegen. Die Entwicklung derartiger männlichen Kampfzierden durch die geschlechtliche Zuchtwahl wäre also leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß nach dem Ausdrucke Erasmus Darwin's, das Weibchen, „wie die Damen der Ritterzeit dem Panier des Siegers folgt", allein wenn der Stärkste und nicht der Schönste den Sieg davon trägt, so könnte durch diesen Proceß, wie auch der ältere Darwin schloß, nur die Wehrhaftigkeit und Stärke der Art erhöht worden sein und werden, nicht aber die Schönheit. In der That haben in neuerer Zeit Mantegazza Wallace und Andere die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl von diesem Gesichtspunkte aus bekämpft. Leider vermochten sie keine befriedigendere Erklärung an deren Stelle zu setzen, denn ihre Annahme, daß die überflüssigen Geschlechtsprodukte, oder die Erregung der Männchen in der Brunstzeit, oder gar der bloße Wunsch schön zu sein, diese Farben hervorzaubern, ist keine Erklärung, und reicht am wenigsten für das Verständniß der Genesis geschmackvoller Schattirungen, Zeichnungen und Farben-Contraste aus. Außerdem ist die vielleicht unbewußte Schaustellung solcher Reize zum Zwecke geschlechtlicher Erregung zum unverkennbaren Instinkt bei allen unsern Hühnervögeln geworden, wie jeder Züchter und Jäger weiß, und die Entwicklung eines schönen Gesanges bei männlichen Vögeln, gehört ebenso zu den Erfolgen, die nur durch Preisbewerbungen gesteigert werden können. Bei den Schillerfaltern, deren Pracht oft nur von vorn her im vollsten Glanze erstrahlt, hat man bemerkt, daß sie sich den Weibchen stets in solcher Stellung (d. h. von vorn) nähern, damit dieses den schönen Effekt auch gewahre. Es scheint mir demnach unzweifelbar, daß die Thiere die schönen Farben und Zeichnungen ebensowohl zu würdigen wissen, wie die imponirende Erscheinung und Stärke, und daraus folgt, daß sie unter sonst gleichen Umständen das schönste Männchen (oder Weibchen, denn bisweilen liegt das zur Wahl drängende Zahlenverhältniß umgekehrt) begünstigen werden, so daß Schönheit und Kunstfertigkeit

Aussicht haben, dadurch gesteigert zu werden. In der Mehrzahl der Fälle dürfte, nach den Erfahrungen bei den Menschen zu schließen, Schönheit und Stärke zusammenfallen, also die Schönheit schon durch größere Kraft siegen, manchmal aber auch, der schönere Bewerber dem stärkeren, wie Paris dem Menelaus, heimlich vorgezogen werden. In der Regel bleibt aber, wenigstens bei den Vögeln, die volle Prachtentfaltung dem Männchen vorbehalten, und wird nicht auf die Weibchen vererbt, weil sie denselben beim Brüten zum Verräther werden würde; die weiblichen Vögel bewahren daher oft in ihrem Aeußern Züge, die man als von einem entfernten Ahnen ererbt betrachten kann und die jungen Männchen gleichen den Weibchen, bis sie im erwachsenen Zustande den geschlechtlichen Schmuck entfalten. Zur Unterstützung dieser Theorie kommt, wie Gr. Allen sehr richtig bemerkt hat, hinzu, daß es sich hier um Thiere handelt, die durch den beständigen Umgang mit farbigen Naturkörpern ihren Geschmack für Farben gebildet haben können. So sind die Schmetterlinge, welche nur Blumen besuchen, ebenso die schönsten Thiere unter den Insekten, wie die blumenbesuchenden Kolibris unter den Vögeln. Letzteren kommen die Familien am nächsten, welche sich von den oft schönfarbigen Früchten nähren, und am wenigsten schön gefärbt pflegen Raubvögel und Insektenfresser zu sein. Daß die Vögel an farbigen Gegenständen Gefallen haben, wissen wir außerdem aus dem Gebahren der Laubenvögel und Gärtner (Amblyornis)mit Sicherheit (vergl. S. 639).

Natürlich können alle diese körperlichen und geistigen Erwerbungen, die nützlichen der natürlichen Zuchtwahl, wie die schmückenden der geschlechtlichen Zuchtwahl, nur dadurch zu einer Steigerung gebracht werden, daß sie eben erblich sind, und die Erblichkeit erworbener Eigenthümlichkeiten bildet daher den dritten Haupt-Faktor der Darwin'schen Theorie. Durch sie wird das durch äußere Anstöße Erzeugte und Geförderte ein Innerliches, Dauerndes, so daß ein Thier, dessen ganze Erscheinung gewiß das Gepräge seiner letzten Heimath und Lebensweise spiegelt, noch immer, auch unter veränderten Verhältnissen, diese Erscheinung wieder erzeugt, bis eine neue Anpassung sie verwischt. Wie weit die Vererbungsfähigkeit geht, zeigen namentlich beweiskräftig die in der Natur durch ihre eigene Unzweckmäßigkeit meist bald wieder verschwindenden, aber im Kulturleben oft durch viele Generationen erhaltenen Mißbildungen. So werden überzählige Finger und Zehen, Mängel im Gebiß, absonderliche Hautgebilde trotz ihrer plötzlichen, unvorbereiteten Entstehung lange Zeit vererbt, wovon die Familien der Sechsfingrigen, der Albino's, Pudel- und Stachelschwein-Menschen Zeugniß ablegen, ja selbst so unlebensfähige Mißgeburten, wie Schweine, denen die hinteren Beine fehlten, sah man sich durch mehrere Generationen fortpflanzen, so daß sich dergleichen Fälle leicht künstlich züchten lassen würden, und wie es z. B. von den verkehrtgewundenen Schnecken erzählt wird, auch gezüchtet worden sind. Selbst

unter den Hausthieren hat man solche Monstrositäten, wie einohrige Kaninchen, hornlose Rinder u. s. w. gezüchtet.

Mit noch größerem Erstaunen hat man gesehen, daß sich nicht selten willkürliche Körperverstümmelungen, künstlich deformirte Köpfe und Hautnarben beim Menschen, gewaltsam herbeigeführte. Horn- und Schwanzlosigkeit bei Rindern und Hunden vererben. Schon Hippokrates vermochte die vollkommene Vererbungsfähigkeit der Eigenthümlichkeiten aller einzelnen Körpertheile nur so zu erklären, daß er annahm, die Zeugungsfäfte empfingen aus sämmtlichen vorhandenen Körpertheilen ihren Beitrag und dies würde am leichtesten auch die Erblichkeit des Mangels gewisser Theile (also von Verstümmelungen) erklären, weil diese keinen Beitrag liefern könnten. Das ist fast die nämliche Theorie, welche Darwin in neuerer Zeit unter dem Namen der Pangenesis-Theorie zur Erklärung dieser Erscheinungen aufgestellt hat. Da die Zeugungsstoffe hauptsächlich aus Protoplasma bestehen, so ist diese Substanz, wie schon früher (S. 102) erwähnt, in ihrer Eigenthümlichkeit der Träger aller individuellen Eigenschaften und aller erreichten Entwicklungshöhe, wie die gesammte neuere Naturforschung dazu drängt, in ihr den eigentlichen Lebensstoff zu erkennen. In dieser Richtung bot die Nägeli'sche Idioplasma-Theorie, welche diesen Gedanken weiter ausführt, den Naturforschern nichts wesentlich Neues, obwohl einzelne Ausführungen derselben interessant genug sind. Natürlich darf man diesen Vermittler der „Continuität des Lebens" nicht einzig von der chemischen Seite, nach seiner stofflichen Zusammensetzung betrachten, denn die Hauptsache liegt in seiner Organisation und Fähigkeit sich vermöge derselben in seiner Richtung unter Nahrungs-Aufnahme, Athmung u. s. w. lebendig zu erhalten, und sich nach eingeborner Art neu zu reproduciren. Daher wollte Haeckel auch die Vererbung lieber unter dem Bilde einer fortzeugenden Wellenbewegung (Perigenesis-Theorie) erläutern.

Noch merkwürdiger als die Vererbung der Gestalt, Farbe und alles dessen, was in das Gebiet des Stofflichen fällt, erscheint die durch viele Erfahrungen nachgewiesene Vererbungsfähigkeit von Instinkten, Geisteseigenthümlichkeiten, Gewohnheiten und Anlagen, wie des Spürsinns der Jagdhunde, Mienenspiel und Gang beim Menschen. Aber wenn man sich erinnert, daß gewisse körperliche Fähigkeiten, die man erst mit Mühe erlernt hat, nachher instinktiv und ohne Bewußtsein ausgeübt werden, so begreift man, wie auch körperliche Gewohnheiten und Geistesfähigkeiten instinktiv und dem gesammten Organismus innigst verbunden werden, so daß sie nunmehr zu dem unveräußerlich Erworbenen gehören, was dem Kinde vererbt wird. Von der Zähigkeit, mit welcher solche Eigenthümlichkeiten der Centralorgane vererbt werden, legt das an Krankheit grenzende Verhalten der indischen Erdtümmeltauben Zeugniß ab, die sich zu Tode wälzen, wenn man sie nicht aufhebt und beruhigt, denn diese auch künstlich durch eine Gehirnverletzung erzeugbare Eigenthümlichkeit, hat sich erweislich seit Anfang des siebzehnten Jahrhunderts in der Rasse fortgepflanzt. Auch

hat Brown-Sequard durch Versuche an Meerschweinchen und andern Thieren die Beweise geliefert, daß durch gewisse operative Eingriffe bei denselben erzeugte Nervenleiden (Epilepsie u. A.) ebenso streng vererbt werden, wie morphologische Eigenthümlichkeiten, Mißbildungen u. s. w.

Natürlich treten die Erwerbungen des letzten Vorfahren in der Entwicklung seiner Kinder auch zuletzt auf, und wenn sie in vorgerückteren Jahren stattfanden, z. B. die Acquisition eines organischen Fehlers, einer Krankheit u. s. w., so ist es unter Umständen wahrscheinlich, daß diese Eigenthümlichkeit bei den Nachkommen in demselben Lebensalter zum Vorschein kommen wird. Es geschieht dies nach dem wichtigen Gesetz der gleichaltrigen (synchronistischen) Vererbung, welches uns schon andeutet, daß die meisten Körpereigenthümlichkeiten bei den Erben eine Zeit lang verborgen (latent) sein können (sog. latente Vererbung), um erst später hervorzutreten. So treten die im geschlechtsreifen Alter erworbenen geschlechtlichen Abzeichen, das Gehörn und der Schmuck der männlichen Thiere, der Bart des Menschen u. s. w. erst im Alter der Mannbarkeit auf, und auch das Männchen gleicht bis dahin dem oft wehr- und schmucklosen Weibchen, welches wahrscheinlich das ursprüngliche Aussehen der Vorfahren getreuer bewahrt. Aber natürlich sind auch dem Weibchen die geschlechtlichen Abzeichen und Zierrathen des Männchens latent mitvererbt, und können daher noch, wenn in vorgerückterem Alter die weiblichen Funktionen aufhören, aus ihrer Verborgenheit auftauchen oder umgekehrt kann das Männchen durch Körperverstümmelung weibisch werden. Diese Erscheinungen beruhen auf der gegenseitigen Vererbung der beiderseitig erworbenen Geschlechtseigenthümlichkeiten, von der wahrscheinlich, wie ich anderwärts gezeigt habe, die eigenthümliche Erscheinung abhängt, daß die Männchen gewisse weibliche Charaktere, wie z. B. die Brustwarzen, und umgekehrt die Weibchen männliche aufweisen und daß die Embryonen der Thiere mit getrenntem Geschlecht anfangs immer wieder hermaphroditisch erscheinen, sowie daß die Generationswerkzeuge beider Geschlechter stets einen so völlig analogen Bau darbieten, daß mitunter Knaben bis zum Mannbarkeitsalter für Mädchen gehalten werden konnten. Zu den Erscheinungen der latenten Vererbung gehört auch, daß Eigenthümlichkeiten, die bei der nächsten Generation fehlen, bei den Enkeln wieder hervortreten, obwohl dieser sogenannte Atavismus besser als vollkommner Rückschlag zu deuten ist.

Durch diese neue Betrachtungsweise wird das gesammte Reich des Lebens zu einem zusammenhängenden Ganzen, und die Familienverwandschaft, die man seit mehr als hundert Jahren bei Pflanzen und Thieren zu empfinden begann, wird zu einer Blutsverwandtschaft; wir selbst setzen die Reihe des in der ältesten Urzeit auf der Erde erschienenen Lebens fort und tragen den Lebensfunken der ältesten Geschlechter in uns. Das gesammte Thierreich wird zu einem großen, an der Wurzel mit dem des Pflanzenreichs zusammenhängenden Stammbaum, dessen letzte Triebe die lebenden In-

dividuen sind. In diesem Lichte erscheinen die Arten also nicht mehr als ewig unveränderliche (konstante), und als solche erschaffene Formen, ihr Begriff wird ebenso, wie es für die Klassen, Ordnungen und Gattungen jedermann erkennbar ist, nur durch eine Abstraktion gebildet, denn in der Natur giebt es nur Individuen. Daher bezeichnet der Artbegriff auch niemals etwas Festes, Unwandelbares und je nachdem er in engern oder weitern Schranken gefaßt wurde, hat man aus manchen wandelbaren Gruppen, die Linné nur in wenige Arten theilte, wie z. B. aus den einheimischen Brombeeren, Rosen, Weiden, Habichtskräutern u. s. w. jetzt eben so viele Dutzende, ja Hunderte von Arten gemacht. Noch 1815 theilte Decandolle die Brombeeren in bloß 9 Arten, während der Botaniker Genevier 1869 allein aus dem Loire-Thal 203, wie er glaubt, wohl unterschiedene Arten aufzählte. Es handelt sich in solchen Gruppen eben um Formen, die zur Zeit sehr stark variiren, auch wohl durch Bastardirung eine Menge Zwischenformen erzeugen, während manche Systematiker nur solche Formen, als gute Arten anerkennen wollen, die sich nicht mehr fruchtbar miteinander vermischen und alle übrigen Formen unter die Abarten, Spielarten, Varietäten oder beginnenden Formen rechnen. Obwohl durch alle diese Umstände der Begriff der Art ein sehr schwankender geworden ist, kann man ihn doch in der beschreibenden Naturkunde nicht wohl entbehren, und betrachtet als gute Arten eben die möglichst vollständig ihren gegenwärtigen Lebensverhältnissen angepaßten Formen, die deshalb wenig zur Veränderung neigen. Wir müssen uns aber immer gegenwärtig halten, daß die Lebewesen veränderliche Größen sind, und daß die Möglichkeit der Erzeugung von Bastarden oder Blendlingen nicht blos den Mangel an Beständigkeit der betreffenden Art, sondern überhaupt beweist, wie wandelbar und leicht zu beeinflussen, Form und Wesen des Lebendigen an sich ist, da es durch Vermischung mit dem ersten besten, wenn nur einigermaßen nahestehenden Verwandten unmittelbar in eine diagonale Entwicklungsbahn gedrängt werden kann.

Noch weniger feststehend, als die Arten es in Wirklichkeit sind, ergaben sich aber nach der neueren Weltanschauung auch die Begriffe der höheren Ordnungen, sowohl der Gattungen, als der Familien, Klassen u. s. w. Hier fanden sich, wie es nach dem Grundschema des allgemeinen Stammbaum's sein muß, überall Uebergänge und Zwischenformen, nicht nur von Art zu Art, sondern von Gattung zu Gattung, ja von Klasse zu Klasse, freilich oftmals nur noch unter den ausgestorbenen Wesen, die ja den Grundstamm und die Hauptäste bildeten, von denen unzählige Zweige ohne Nachfolge abgestorben sind. Als Darwin vor zwanzig Jahren diese genealogische Auffassung des natürlichen Systems begründete, war dies noch ein kühnes Unternehmen, denn damals hatte man noch nicht einmal positive Anhaltspunkte für den Zusammenhang der Hauptklassen, wie der Wirbellosen und Wirbelthiere, und der Vögel mit den übrigen Wirbelthieren. Seitdem

sind nicht nur zahlreiche fossile Formen gefunden worden, welche die Kluft zwischen kleineren und größeren Gruppen ausfüllen, wie die Vogelreptilien und Zahnvögel, sondern man hat auch die Glieder ganzer Stammbäume ausgegraben, z. B. derjenigen zahlreicher Hufthiere und Raubthiere.

Noch überzeugendere Ergebnisse hat aber das Studium des Lebens selbst, sowohl in der Vergleichung seiner Formenmannigfaltigkeit, als namentlich in seiner Entwickelung ergeben und auf diesem Gebiete ist Ernst Haeckel als der erfolgreichste und berufenste Fortbildner des Darwinschen Werkes zu nennen. Indem Haeckel die niedrigsten Wesen zum Gegenstande seines eingehendsten Studiums machte, und die Moneren oder Organismen ohne Organe entdeckte, gab er dem gewaltigen Gedankenbau die positive Grundlage, und die verspotteten provisorischen Stammbäume, die er aufstellte, bildeten und bilden noch heute das Programm der genealogischen und systematischen Forschung. Vor Allem förderte er aber die Wissenschaft durch seine energische Betonung der Wichtigkeit des Studiums der Entwicklungsgeschichte, in welcher er nach dem Vorgange von Fritz Müller den vollkommenen Parallelismus der persönlichen Entwicklung der Lebewesen (Ontogenie) mit der Stammesgeschichte (Phylogenie) hervorhob, falls erstere nicht durch besondere Umstände (Vergl. S. 294) in neue Bahnen gedrängt worden ist. Haeckel's philosophische Betrachtungsweise der Natur, die ihn bei der Bearbeitung der Schwämme und ihrer Entwicklung die Gasträa-Theorie (S. 151) aufstellen ließ, steckte der philosophischen Betrachtung der Natur immer fernere Ziele und wenn man ehrlich sein will, so muß man schon heute anerkennen, daß er hier mit weitschauendem Blick bahnbrechend gewirkt, und die neue Weltanschauung nach allen Richtungen abgerundet hat. Die ganze neuere Zoologie ist, möchte man sagen, der Begründung des im Vorhergehenden oft erwähnten, entwicklungsgeschichtlichem Grundgesetzes gewidmet gewesen, welches lautet: Die Entwicklungsgeschichte jedes Lebewesens ist eine abgekürzte Wiederholung seiner Stammesgeschichte, die im Unwesentlichen ungenau sein kann, in den allgemeinen Umrissen aber, auf die es ankommt, getreu ist. Oder mit anderen Worten: Jedes Wesen muß den Hauptstufen nach bei seiner Entwicklung denselben Weg einschlagen, den seine Vorfahren allmählig zurückgelegt haben, wobei es, Schlängelpfade vermeidend, wohl mitunter Wegkürzungen vornehmen, im Wesentlichen aber die langsam gebahnten Wege nicht verlassen kann. Im Grunde ist dieses Gesetz so wunderbar einfach, so natürlich und gar nicht anders denkbar, daß man sich schämen möchte, so spät darauf gekommen zu sein. Die das Leben fortsetzenden Theilchen wiederholen eben einfach jenen Entwicklungsweg, den die Vorfahren immer wieder eingeschlagen haben, und mit treuem Gedächtniß, wird jeder letzte Fortschritt den älteren hinzugefügt, wobei, wie Weismann an lebenden (S. 296) und Würtenberger an fossilen Thieren (S. 245) gezeigt haben,

die älteren Stufen immer weiter zurückgedrängt werden, so daß sie bei den jüngeren in einem frühern Lebensalter erscheinen, als bei den älteren.

Es ist nun leicht verständlich, warum bei diesem Durchlaufen der Ahnenlinie das jüngere Wesen zuweilen die letzten, seinem Gedächtnisse noch nicht durch unendliche Wiederholung eingeprägten Umbildungen vergessend, auf einer vorletzten Ahnenstufe stehen bleibt, und ein sogenannter Rückschlag auf diese Ahnenformen erfolgt, der sich gewöhnlich auf einzelne Körperformen beschränkt. So kommt es bei den Einhufern, deren letzte Vorfahren dreizehige Thiere waren, häufig vor, daß diese im Embryo regelmäßig angelegte Mehrzehigkeit, statt in der weiteren Entwicklung wieder zu verschwinden, sich ganz oder theilweise ausbildet, und wir haben dann jene mehrzehigen Pferde, von denen schon Julius Cäsar eines zu seinem Leibpferde erwählt hatte, und wie sie nicht gar selten in den Menagerien auftauchen. (Fig. 450.) Bei den Jungen fruchtbarer Bastarde aus nahe verwandten Arten gehört diese Rückkehr zu den Stammformen zur Regel, da das junge Wesen nicht gut den beiden verschiedenen Entwicklungsrichtungen folgen kann, die ihm von seinen ungleichen Eltern vererbt wurden, und daher auf einer Stufe stehen bleibt, die den letzteren, bevor ihre Wege sich trennten, noch gemeinsam war. Mitunter kann dieses Verhalten dazu dienen, die Abstammung unsrer — theils durch vielfache Vermischungen, theils durch Kunstzüchtung veränderten Hausthiere und Kulturpflanzen zu erkennen. So schlägt unser schönes, purpurrothes, gefülltes Tausendschönchen fortwährend in das gemeine Gänseblümchen unserer Viehweiden zurück, bei den Pferden treten nicht selten dunkle Streifen auf, die uns davon verständigen, daß die wilde Ahnenform wahrscheinlich ein gestreiftes zebraartiges Thier gewesen, und Tauben aller Arten bringen zuweilen Junge mit Färbung und Streifung der wilden Felsentaube. Auch aus dem Verlauf der gesammten Entwicklungsgeschichte hat man Schlüsse über die Abstammung zu machen versucht und so unter andern aus der Entwicklungsgeschichte des niedersten Rückenmarksthieres die Abstammung der ganzen Gruppe abzuleiten gesucht (S. 379). Mit Benutzung

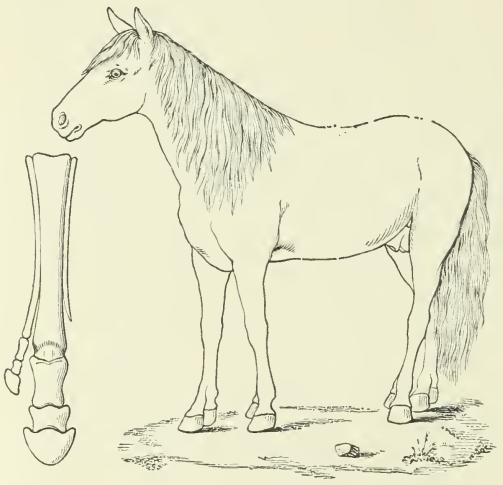


Fig 450.
Portrait eines auf Cuba geborenen mehrzehigen Pferdes. Daneben die der Knochenbildung des Hipparion entsprechende Bildung einer Nebenzehe seines Fußes.

dieser Hilfsmittel sind die Stammbäume vieler kleineren Thiergruppen, wie z. B. der Pflanzenthiere, Krebsthiere, Sternthiere u. A. zum Theil in sehr befriedigender Weise aufgehellt worden, und es haben sich viele neue Gesichtspunkte für weitere Forschung ergeben.

Da nun der Mensch, wenn nicht als Inbegriff der gesammten thierischen Schöpfung, so doch als die Krone des Hauptstammes derselben betrachtet werden muß, so machen wir in unserer eigenen Entwicklungsgeschichte die Laufbahn der Hauptlinie des ganzen Geschlechtes durch. Wie die alten Hofmagier den Fürsten in einem Spiegel die Reihe ihrer Nachfolger zu zeigen pflegten, so geht in den verschiedenen Jugendzuständen des Fürsten der Schöpfung seine Ahnengalerie in mehr oder weniger getreuen Portraits vor unserm Auge vorüber. Nicht aller Portraits, denn einzelne, besonders die der frühesten Zeiten, sind verdunkelt und verloren gegangen, aber die meisten dieser Lücken lassen sich ergänzen, und jene vermißten Portraits finden sich noch in den Jugendzuständen von Thieren, die einzelnen frühen Vorfahren des Menschen nahe stehen, und Haeckel hat mehrere derselben der Vergessenheit entrissen, und so den Stammbaum des Menschen vervollständigt. Andererseits aber bleiben auch regelmäßig gewisse bleibende Erinnerungen an Ahnenzustände in der Gestalt verkümmerter oder rudimentärer Organe zurück, die mit Zähigkeit vererbt werden, trotzdem sie oft, wenn auch in geringem Grade, unzweckmäßig und ihrem Besitzer schädlich sein können. (Vergl. S. 596.) Sie sind als Beweise der natürlichen Verwandtschaft von hohem Interesse, indem sie die Homologie der Bildungen nachweisen. Aus den in der Jugend oder auch noch im Alter vorhandenen Rudimentärorganen kann man z. B. den Beweis liefern, daß die einlungigen, fußlosen, zahnlosen, schwanzlosen Wirbelthiere von zweilungigen, vierfüßigen, vielzähnigen und geschwänzten Ahnen abstammen, und durch die Entwicklungsgeschichte, daß sogar jene im und auf dem Körper anderer Organismen schmarotzenden, der Füße und Sinnesorgane entbehrenden „Klumpen ohne Gestaltung" von wohlgegliederten Wesen abgeleitet werden müssen.

Das Gesetz der Homologie aller Theile muß hierbei für den Systematiker, der die Verwandtschaft der Wesen aufzuhellen sucht, der Richtpfahl sein, der ihn durch das Wirrsal der täuschenden Analogieen hindurchführt, welche durch die convergente Züchtung lange andauernder gleicher Lebensbedingungen auch bei den einander fernstehendsten Organismen hervorgebracht werden können. So bieten die Luft-, Erd- und Wasserthiere der verschiedensten Klassen unverkennbare Aehnlichkeiten untereinander, die Wüsten- und Polarthiere zeigen, wie wir gesehen haben, einen ebenso übereinstimmenden Habitus wie die Alpenblumen und Meerstrandspflanzen der verschiedensten Familien untereinander. Insbesondere täuschend treten solche Analogien bei den Pflanzen hervor, welche in Folge des Mangels der Fortbewegungsfähigkeit und der Sinneswerkzeuge, die Einwirkungen der Außen-

welt und Lebensweise gleichmäßiger wiederspiegeln. Dahin gehört z. B. die Sippschaft der Schmarotzerpflanzen, die sich nicht unmittelbar aus der unorganischen Natur ernähren, sondern auf Kosten anderer Pflanzen. Da sie bereits fertigen Nahrungssaft von anderen Gewächsen empfangen, unterbleibt die Entwicklung des ernährenden Gewebes und der sonst die Nahrung aus der Luft und Erde saugenden Organe, und das Gewächs scheint morphologisch und anatomisch unter seine Stufe herabgesunken. Die Blätter bleiben nur durch Schuppen angedeutet, mit der Aufnahme der Kohlensäure verschwindet das Chlorophyll und die Spaltöffnungen, und so sind aus Pflanzen der verschiedensten Familien lauter der grünen Farbe entbehrende Schuppengewächse entstanden, die in ihrer fleischigen Beschaffenheit, in ihrem wässrigen Gewebe und in ihren lebhaften Farben an die von Moderstoffen lebenden Pilze erinnern. Die Uebereinstimmung mit letzteren ist so groß, daß einige phantasievolle Botaniker gedacht haben, sie stammten von den Pilzen ab. Und doch darf man nur Blüthe und Fruchtbildung abwarten, um sogleich zu sehen, daß man in diesen nach der Tracht so übereinstimmenden Gewächsen Angehörige der einander sehr fern stehenden Familien der Haidekräuter, Rachenblüthler, Orchideen, Cytineen u. s. w. vor sich hat.

Bei den im Wasser lebenden Gewächsen hat die Uebereinstimmung der äußeren Gestalt und des inneren Baues ausgezeichnete Botaniker, darunter den großen Jussieu veranlaßt, sie trotz sehr auseinandergehender Blüthenbildungen in eine Familie (Nixenkräuter oder Najaden) zu vereinigen. Dieses Element wirkt auf die meisten Pflanzen in ähnlicher Weise ein. Die auf der Wasseroberfläche schwimmenden Blätter nehmen gern jenen ovalen, nachenförmigen Umriß an, der den stehenden Gewässern oft eine so eigenthümliche Physiognomie verleiht, gleichviel ob die betreffenden Pflanzen zu den Einblattkeimern gehören, wie gewisse Potameen, Alismaceen und Butomeen oder zu den Zweiblattkeimern, wie die Seerosen und gewisse Gentianeen. Gegenüber diesen, aus guten Gründen (vergl. S. 365) haarlosen, glänzenden, ganzrandigen Nachenblättern, die sich auch wohl bandförmig verlängern, verlieren die untergetauchten ihre gesammte Blattsubstanz, so daß zuletzt fast das nackte Nervengeflecht übrig bleibt, wie bei den Gitterblättern der seltsamen Fensterblume (Ouvirandra). Jedermann kennt diese kammförmig oder haarförmig zerschlitzten Blätter bei der Wassernuß, dem Tausendblatt, dem Wasser-Hahnenfuß, der Sumpfhottonie und dem Wasserfenchel, um hier nur einzelne Vertreter eben so vieler sich sehr fern stehender Familien zu nennen. Aber die uniformirende Einwirkung des Wasserlebens geht noch weiter. Die Gefäßbündel des Stengels lösen sich auf, werden auf ein einzelnes centrales Bündel zurückgedrängt, Luftöffnungen drängen sich ein, und bilden auch bei höheren Gewächsen Blasen und Schwimmpolster wie bei den Tangen, so daß schließlich ein vom inneren Bau ausgehender gelehrter Botaniker (C. H. Schultz) so entfernt stehende Pflanzen wie Characeen, Fluvialen, Ceratophylleen, Po-

bostemeen Lemnaceen, Hydrocharideen, Hydropeltideen, Trapaceen und Potameen in eine Klasse vereinigte, ähnlich wie die alten Zoologen Delphine und Wale zu den Fischen, die Rankenfußkrebse zu den Weichthieren und die Moosthierchen zu den Korallen rechneten. Die durch convergente Züchtung erzeugten Anpassungs-Aehnlichkeiten gehören zu den gefährlichsten Klippen, die dem einem möglichst natürlichen, genealogischen Systeme zustrebenden Naturforscher drohen und es ist sehr wahrscheinlich, daß in manchen Gruppen noch Thiere und Pflanzen ganz verschiedener Abkunft als nahe Verwandte betrachtet werden, die nur durch convergente Züchtung so ähnlich geworden sind. Hier schließt sich die oft sehr schwierige Frage nach dem einfachen oder mehrfachen (mono- oder polyphyletischen Ursprung) verschiedener Gruppen an, die manchmal kaum befriedigend zu beantworten sein dürfte.

Eine entschieden ablehnende Stellung nimmt die Darwin'sche Theorie zu der Ansicht derjenigen Naturphilosophen ein, welche in den Keim der ersten Wesen eine ausgesprochene Tendenz immer und unaufhaltsam vorwärts zu schreiten, und so das Höhere auf geradem Wege hervorzubringen, gelegt glauben. (Vergl. S. 194.) Allerdings lehrt die Vorwesenkunde unwidersprechlich, daß im Pflanzen-, wie im Thierreiche immer höher stehende Wesen auf der Erde erschienen sind, und Niemand wird daran zweifeln, daß, abgesehen vom Menschen, die echten Säugethiere vollkommner gebaut sind als die Beutelsäuger und diese die Schnabelthiere überragen. Daß wir den Fortschritt der Organisation hauptsächlich in einer harmonischen Arbeitstheilung ausgedrückt finden, wurde schon S. 194 erörtert. Darwin jedoch erkennt nach seiner Betrachtungsweise nur eine relative und keine absolute Vollkommenheitssteigerung an. Immer die Harmonie im Auge behaltend, in welcher sich das Wesen zu der gesammten übrigen Welt erhält, bezeichnet er jedes Wesen in seiner Art als so vollkommen wie das andre für seine Lage. Er giebt zu, daß unter der überwiegenden Zahl von Fällen die weitere Verfeinerung des Gliederbaues und die damit gesteigerte Arbeitstheilung von Nutzen sein wird, da es den betreffenden Wesen zum Siege im Kampfe verhilft, und daß daraus ein allgemeiner Fortschritt vielleicht hervorgehen könnte, allein er verschweigt nicht, daß in zahlreichen Fällen ein offenbarer Rückschritt noch vortheilhafter für die Erhaltung der Art sein kann, und dann den Vorzug erhält. Derartige Rückschritte liegen bei den festwachsenden, im Finstern lebenden oder auf andren Wesen schmarotzenden Thieren vor, und so haben auf einigen ozeanischen Inseln diejenigen Käfer und sonstigen Insekten, welche das Flugvermögen eingebüßt haben, die Ueberzahl erlangt, offenbar weil die Fliegenden durch diese Fertigkeit in Gefahr geriethen, bei heftigem Winde ins Meer geweht zu werden. Da also, grade wie in der Menschenwelt ein Vorwärtsschreiten und Rückwärtsgehen nebeneinander vorkommt, so scheint mir die Frage, ob der allgemeine Fortschritt der Wesen durch die Darwin'sche Lehre

erklärt werden könne, eine Aufgabe der Variations-Rechnung zu sein, aber es scheint, daß diese zu Gunsten der Steigerung entscheiden muß.

Der Begriff der Vollkommenheit ist in der That sehr schwer festzustellen und in mancher Beziehung kann man sogar den von Spinoza aufgestellten Satz verfechten, daß die ersten Modifikationen der Substanz, also in unserem Sinne die niedersten Wesen, die vollkommensten seien. Denn man darf sich nicht verhehlen, daß ebenso, wie der Gelehrte mit steigendem Wissen einseitiger wird, auch z. B. der Mensch viel weniger in der Lage gewesen sein würde, in allen Erdperioden auszudauern, als die niedersten Thiere, die gliedlosen Schleimwesen. Es scheint übrigens, als ob die Welt-Entwicklung für sich, die „fortschreitende Welt" im Sinne Geoffroy de Saint Hilaire's, doch einen größeren Antheil an der Fortbildung der Wesen gehabt habe, als wir klar erkennen können (Vergl. S. 66—67). Denn es tritt überall hervor, daß die Thiere und Pflanzen zu ihrem und dem allgemeinen Vortheile nur in der Zeit selbst, in der sie auftraten, veränderlich waren, daß verspätete Veränderungen fast gleichbedeutend erscheinen mit Rück- und Niedergang. Ich wüßte nur wenige Ausnahmen von dieser Regel anzuführen. Die sogenannten stabilen Formen, die sich durch unendliche Zeiträume gleich bleiben, beweisen eben nur, daß manche Organismen früh eine außerordentlich vollkommne Anpassung erlangten und festhielten. Sie gehören meist dem Wasser mit seinen gleichmäßigen Lebensbedingungen an. Eine in neuerer Zeit von A. W. Hubrecht aufgestellte Hypothese, wonach die Kette der Erstgeburten den Nachgeborenen gegenüber den Fortschritt vertreten, letztere aber die stabilen Formen bilden sollen, scheint mir mit Darwin's Grundgedanken kaum vereinbar.

Im Uebrigen greift die Darwin'sche Theorie Niemandem vor, welcher der zwingenden Gewalt ihrer Logik, nach welcher nur das Passende sich erhält und nur das Zweckmäßige Dauer hat, sich unterwerfend, die natürliche Auslese blos als das Mittel deuten will, dessen sich eine höhere Macht bedient habe, die Mannigfaltigkeit und Vollkommenheit der Lebewelt durch die von Anfang in sie gelegten Kräfte und Fähigkeiten zu erzeugen. Das ist die versöhnende und erhebende Seite des Darwinismus, daß sie, ohne den Teufel als Urheber des Uebels und Schädlichen in der Welt citiren zu müssen, allen Parteien genügen kann und selbst diejenigen überzeugt, welche die stärkste Neigung zu dualistischen Grundanschauungen haben. Zu dieser Philosophenklasse gehört unter andern der Mitbegründer der Lehre, Alfred Russel Wallace, der sich zu der Ansicht bekennt, daß sich der Schöpfer jener natürlichen Auslese als Hilfsmittel nur deshalb bedient habe, weil jeder andere Eingriff in das Schöpfungswerk ein Widerspruch gegen die von ihm begründeten Naturgesetze sein würde. Er glaubt auch, daß dieses Werk nach vorbedachtem Plane eingeleitet und fortgeführt sei, so daß die ganze Lebewelt ein Züchtungswerk Gottes und der Mensch sein besonders in Aussicht genommenes „Hausthier" darstelle, so daß die natürliche Züchtung doch auch eigentlich eine künstliche wäre.

Wenn in einer solchen Weltanschauung angenommen wird, daß das Züchtungswerk einer beständigen Leitung bedurft hätte, wie dies in den Ideen von Wallace und seinen zahlreichen Anhängern der Fall zu sein scheint, so wird ihr die Erhabenheit genommen, welche in der Vorstellung ruht, daß die Materie von Anbeginn mit den durch sie zur Entfaltung gebrachten Kräften begabt gewesen sei. Die Darwin'sche Theorie verträgt sich sehr wohl mit einem auf das höchste entmenschten Gottesbegriff, wie ihn Spinoza erfaßte, und es will mir scheinen, als ob in ihr die Keime einer tieferen Religiosität und freieren Pflichterfüllung lägen, als in den meisten älteren Weltanschauungen. Darüber wird in dem Schlußkapitel noch Einiges hinzuzufügen sein. Wenn man der neuen Weltanschauung Zielloſigkeit vorwirft und sie deshalb trostlos findet, so läßt sich bemerken, daß sie nur das kleinliche Zweckſuchen verwirft, größere allgemeine Zwecke jedoch weder ausschließt, noch so weit ich sehe, entbehren kann. Leben, Wirken, Fortschreiten sind diese Ziele, denn wenn der Lebensdrang und der Fortpflanzungstrieb nicht in den Wesen läge, so würde es keinen Kampf um's Dasein, keine natürliche Zuchtwahl und keinen Fortschritt geben. Mit der Anerkennung dieser letzten allgemeinen Ziele versöhnen wir uns mit dem Zweckbegriff, obwohl er sich dereinst vielleicht auch hier nur als eine Denkschwäche ausweisen wird, wie das Anfang- und Ende-Suchen in der Zeit und im Raume.

XXII.

Ein Ausblick auf die Zukunft.

(Erdende und Weltende.)

Rollt hin, ihr Sterne, meßt den Schritt der Zeit,
So lang euch Jugend Glanz und Schimmer leiht;
Doch nah und näher rücket ihr euch leise
Und immer enger werden eure Kreise.
Blumen des Himmels! ihr müßt auch vergehn,
Den Schwestern gleich, die auf dem Felde stehn.
Vom hohen Himmel Stern auf Sterne fallen,
Auf Sonnen Sonnen und Systeme prallen.
Ihr Licht verlischt und dunkel stürzen nieder
In eines Chaos Nacht die Sterne wieder. —
Doch aus dem Wrack des Weltensturzes steigt
Auf's neu das Leben, neue Formen zeigt
Natur, die ew'ge, die auf Flammenschwingen
Dem Weltenbrand sich phönirgleich entringen.

Erasmus Darwin.

Die Selbstgespräche Mark Aurel's, des Philosophen auf dem römischen Kaiserthrone, erheben sich dadurch so hoch über die Fläche der gewöhnlichen Moralphilosophie, daß sie unermüdlich den Menschen als ein Glied der Allnatur hinstellen und seine Pflichten aus dieser seiner natürlichen Stellung ableiten. Wir werden darauf aufmerksam gemacht, daß Alles und Jedes in dem großen Naturganzen seiner Stellung gerecht wird, bis auf den Menschen, der sie nur zu oft verkenne, und niemals tiefer, als wenn er aufhört, an seiner Besserung zu arbeiten, und damit ein Leben nach der Natur im höchsten Sinne zu führen. „Möge jemand thun oder sagen, was er will, mir (als Menschen) geziemt es, das Rechte zu thun, wie das Gold oder der Smaragd stets sagen würden: thue oder sage Einer, was er will, ich muß Smaragd sein und meine Farbe behaupten!" Mark Aurel, welcher zugleich unserer Weltanschauung anhing, nach welcher das Späteste in dem Frühesten gegeben ist, verweist wiederholt und nachdrücklich den Blick des Menschen auf

die Verwandlung der Naturdinge in einander, und bezeichnet diese Untersuchung als das wahre Erweiterungsmittel des Geistes. Faulheit, Schlemmerei, Selbstsucht, Mangel an Wahrhaftigkeit und Redlichkeit nennt er Sünden gegen die Allnatur, sofern sie Sünden gegen die Stellung des Menschen in der Natur seien. Es entsteht die Frage, giebt es außer den Verpflichtungen gegen die Gesellschaft und gegen uns selbst, auch solche gegen die Gesetze der Natur im Allgemeinen? Kann aus dem ziellosen Begegnen der Kräfte, aus der mechanischen Weltordnung eine sittliche hervorgegangen sein?

Jene so oft in falscher Richtung gebrauchte Erkenntniß, der Herrscher über die Natur zu sein, erhält durch die Verfolgung des Weges, auf welchem der Mensch zu diesem Throne gelangt ist, eine ungleich tiefere Deutung. Einen Augenblick zwar vermag ihn die Wahrnehmung, daß die ausgestorbenen Thiergeschlechter gleichsam immer bestimmter auf sein Kommen hindeuteten, irre zu führen, er kann auch daraus den Schluß ziehen: gut, ich bin also die lang vorbereitete Krönung der Schöpfung, die Welt zu beherrschen ist meine einzige Aufgabe! Allein er hat sich zu erinnern, daß die Spitzen der Schöpfung in allen Zeiten zu demselben Schlusse berechtigt gewesen wären, und daß er nur ein Scepter übernimmt, welches nacheinander Fische, Amphibien, Reptile, Beutler, Affen geführt haben, daß neben ihm die Pflanzen, Strahlthiere, Weichthiere, Insekten und Vögel ihre besondern Könige hätten, wenn man an diesem Herrscherbegriff festhalten wollte. Vielmehr ein andrer Gedanke wird sich dem Naturforscher aufdrängen, der nur im ersten Augenblicke peinlich ist, wie ein neues Gewand, der Gedanke, daß er selber nur ein Anfang sei zu höhern Bildungen. Wer in dem Geschichtsbuche der Natur blättert, muß daraus die Ueberzeugung gewinnen, daß im Wesen des Lebens ein Trieb zu einer unaufhörlich fortschreitenden Energie desselben enthalten ist, die im Menschen, weit entfernt ihr Ziel erreicht zu haben, erst die Grundlage einer neuen, viel mächtigeren und schnellern Vorwärtsbewegung erlangt hat, als jemals vorher.

Damit sind wir bei der Frage von dem Menschen der Zukunft angelangt, welche wir nicht unberührt lassen dürfen. Als sie im Sinne der neuern Naturphilosophie zuerst auftauchte, glaubte man darin die Bestätigung gewisser religiöser Ahnungen zu finden und bekannte Naturforscher und Denker sind so weit gegangen, nach Darwin'schen Grundsätzen aus den Menschen Engel werden zu lassen, deren Flügel-Anheftung auf dem Rücken Gustav Carus sogar morphologisch vorgesehen fand. Diese Träume scheinen indessen wenig oder gar keine Berechtigung zu haben. So gewiß das Gesetz der Vervollkommnung in der Natur herrscht und im Menschen keine Unterbrechung erfahren wird, so unwahrscheinlich bleibt es, daß seine Vervollkommnung sich in irgend einer weitergehenden Verwandlung seiner äußern Organe ausdrücken werde. Die äußern Einflüsse, welche die Wesen im Kampfe ums Dasein veränderten, begegnen im Menschen endlich einer Macht, welche ihren umgestal-

tenden Einfluß aufzuheben im Stande ist, dem Geiste. Der Mensch, als er die Grenzen des Sichtbaren in der Welt zu erweitern strebte, verbesserte nicht sein Auge, sondern er schuf ihm im Fernrohr und Mikroskop Hilfsorgane; ohne Flossen vertraut er sich dem Ozean, ohne Flügel dem Spiel der Lüfte an. Und doch ist er durch jeden dieser Fortschritte auch körperlich vervollkommnet worden, d. h. am Gehirne.

Es ist merkwürdig, zu verfolgen, wie früh die Außenkräfte an dem Aufbau dieses Triumphbogen der Natur gearbeitet haben, und endlich alles Andere stehen und liegen lassen, um einzig diese Arbeit fortzusetzen. Fast nur durch das Gehirn unterscheidet sich der Mensch körperlich von dem menschenähnlichen Affen, und dieses einseitige Wachsthum läßt sich von den Schädeln der Höhlenmenschen, der Wilden und der gebildeten Völker stufenweise verfolgen bis auf unsere Zeit. Bei den neueren Umgestaltungen der Stadt Paris unter Napoleon III. hat man auch eine Anzahl alter Kirchhöfe aufgeräumt, und bei den daselbst an's Licht gebrachten Menschenschädeln der letzten sechs Jahrhunderte will Broka von Jahrhundert zu Jahrhundert eine regelmäßige Vergrößerung des Schädelraumes wahrgenommen haben, die natürlich nur aus der Vergleichung zahlreicher Schädel gefolgert werden kann, denn im Einzelnen gab es zu allen Zeiten Klein- und Großköpfe.

Die erste Folge dieser Verinnerlichung der Wesen war, daß sich dieselben fortschreitend mehr dem Naturwalten gegenüberstellten. Erst leidend und blind den Naturtrieben gehorchend, dann halb bewußt vom Strome getrieben, endlich die Schranken durchbrechend und nicht mehr gezwungen, sondern frei die Naturnothwendigkeit erwägend. Was die Willensfreiheit betrifft, so ist sie kein angebornes, sondern ein schwer erarbeitetes Gut des Menschen. Auch der zum Selbstbewußtsein gelangte Mensch ist anfangs nur ein Thier, welches ohne Wahl seinen Trieben gehorcht, und dieselben höchstens zu Gunsten seiner allernächsten Genossen und auch dann nur mit egoistischen Hintergedanken einschränkt. Allein immer weiter wird sein Blick und immer weniger gehorcht er den unmittelbaren Antrieben. Er gelangt zu einer Stufe, in welcher er zu unterscheiden beginnt, zwischen Gut und Böse, und seine Handlungen höhern Gesichtspunkten unterordnet. Das Geistige gewinnt das Uebergewicht über das Stoffliche. Was auch die starren Materialisten sagen mögen von der völligen Unfreiheit unseres Willens, sie ist um so weniger herrschend, je weiter der Mensch vorgeschritten ist. Die Willensfreiheit siegt in jedem Augenblicke, wo sie die Trägheit, die Begierde des Körperlichen überwindet, wo sie uns dem Bessererkannten folgen läßt, und wenn Jemand sagt, dieses Folgen sei ein unfreiwilliger Akt, so halte ich ihm die Befriedigung entgegen, welche die Wahl des Bessern jedesmal nach sich zieht, und welche nicht eintreten würde, wenn die Wahl unfrei wäre. Jeder derartige Wahlakt ist auch materiell eine Aufforderung zur innern Veredlung, zum Fortschreiten nach dem großen Gesetze der Natur, welches sich nur im Kampfe entwickelt. Darum

eben haben wir eine beständige Arbeit an uns selber nöthig, um dem Gipfel des Berges beständig nahe zu bleiben, der sich erhöht, während wir steigen.

Aus dieser Betrachtungsweise entwickelt sich eine besondere Auffassung der Sünde und des Gewissens, die den Gedanken Mark Aurels entspricht und sehr schön von Quinet dargelegt worden ist. Der Mensch, welcher heute gegen das Gewissen, welches seiner Stellung in der Natur entspricht, handelt, tritt freiwillig zurück in jene dunkle Vorzeit, in welcher sich diese göttliche Stimme in seinem Busen noch nicht entwickelt hatte. Nicht im Anfange des Menschendaseins konnte ein Sündenfall, dessen Folgen wir noch heute spüren sollen, stattfinden, denn im halbthierischen Urmenschen fehlte mit dem Bewußtsein des Unrechts auch die Sünde. Die Kaltherzigkeit der Fische, welche, von wenigen rühmlichen Ausnahmen abgesehen, keine Familienbande kennt, die unersättliche Wollust der Amphibien, die Zorneswuth des Reptils sind natürliche Aeußerungen ihrer Naturlage, der Rachen des Tigers ist zur Grausamkeit geschaffen; List, Verstellung und Dieberei, durch welche der Affe sein geistiges Uebergewicht über die andern Säugethiere geltend macht, sind ihm Vorzüge. Wer möchte sie um solcher Eigenschaften willen strafen? Einen dem Käfig entsprungenen Löwen, welcher auf seinem Wege ein Kind zerrissen, darum auf das Schaffot bringen, wäre das nicht wie jene mittelalterlichen Prozesse gegen Maikäfer und Heuschrecken, oder wie die Verurtheilung jenes unvorsichtigen Beiles, welches einst im Herabfallen zu Athen einen Menschen erschlagen?

Wenn aber der Mensch in jene begrabenen Zeiten der Vorwelt, in denen das Gewissen noch schlummerte, der Mord noch kein Mord war, Grausamkeit, Diebstahl und Lüge noch gut heißen konnten, zurücksinkt, so versucht er den Gang der Natur umzukehren, er stürzt sich von dem Gipfel der Wesenkette in den Abgrund der Vergangenheit. Er beleidigt seinen Rang, indem er in sich das Sündenbewußtsein, dieses Werk der Jahrtausende, zu beseitigen sucht. Könnte man sich völlig in den Geist des Verbrechers versetzen, man würde ihn vielleicht wirklich mit seinen Gedanken in der Vorwelt heimisch finden, ohne logische Kraft das Verächtliche seiner Handlungen einzusehen, sie für zweckmäßig, gut, für das Beste haltend, was er thun konnte. Das ist dann eine Art seelischer Atavismus, ein Rückschlag des geistigen Vermögens, welcher bis zur Bestialität gehen kann. Der Richter wird im gegebenen Falle allerdings suchen müssen zu unterscheiden, ob der Verbrecher sein Unrecht einsieht, oder ob er nicht vielmehr tief unter dem Hausthiere steht, in dem die Erziehung bereits eine Art Gewissen erweckt hat. Auch im Denkvermögen an sich, begegnet man öfter einem solchen Atavismus, Leuten mit mehr als mittelalterlichen Ideen, und Vitale bemerkte einst sehr richtig: „Auch die lächerlichsten Dummheiten finden noch Köpfe, denen sie angemessen sind."

Der im Verbrechen zum Ausdruck kommende Zwiespalt zwischen Leib und Seele, thierischer Begierde und geistiger Selbstbeschränkung ist demnach eine

Frucht der Erkenntniß und des Fortschrittes, und da dem Geisteswachsthum im Menschen eine gewisse Einseitigkeit nicht abzusprechen ist, so liegt die Befürchtung nahe, daß dieser Zwiespalt größer statt kleiner werden könnte. Das letztere aber kann nur erfolgen, wenn die Willensfreiheit des Menschen gestärkt wird und dieses wiederum kann nur durch Bildung bewirkt werden, denn die größte Freiheit geht aus dem Begreifen der Nothwendigkeit und einer freiwilligen Unterordnung hervor. Die herrlichen Worte, welche Pico della Mirandola den Schöpfer an sein Geschöpf richten läßt, athmen eine tiefe Wahrheit: „Ich schuf Dich als ein Wesen, weder himmlisch noch irdisch, weder sterblich noch unsterblich allein, damit Du Dein eigener freier Bildner und Ueberwinder seiest, Du kannst zum Thiere entarten und zum gottähnlichen Wesen Dich wiedergebären. Die Thiere bringen aus dem Mutterleibe mit, was sie haben sollen, die höhern Geister sind von Anfang an, oder doch bald hernach, was sie in Ewigkeit bleiben werden. Du allein hast eine Entwickelung, ein Wachsen nach freiem Willen, Du hast Keime eines allartigen Lebens in Dir."

Auf neuer Grundlage beginnt ein *Kampf um das Dasein im Menschen*, der schwerste Kampf von allen, der Kampf der geistigen Errungenschaften mit den niedern Trieben und Begierden, der Kampf mit sich selber. Indessen dieser Kampf ist kein blinder mehr, in welchem das Bessere ohne Bewußtsein sich herausarbeiten muß; unser eigenes besseres Empfinden und die Betrachtung der Weltgeschichte vom Standpunkte des Naturforschers zeigt uns den Weg. Sie zeigt uns zunächst, daß die Moral, als *Gesellschaftsbedürfniß* etwas ganz verschiedenes ist von der *Religion*, dem *Bedürfniß des Individuums*. Eine Gesellschaft aus lauter Mördern, Dieben, Lügnern kann ebensowenig bestehen, als eine Gesellschaft aus lauter Faullenzern in unsern Himmelstrichen bestehen könnte. Darum finden wir gegenseitige Treue und Wahrhaftigkeit schon bei den niedrigsten Naturvölkern als Grundlage des Gesellschaftslebens ausgebildet; erst spätere Gesetzgeber und Regenten, welche die Religion als politisches Mittel mißbrauchten, haben diese Tugenden mit der Religion verschmolzen. Wir sagen Niemandem etwas Neues, wenn wir darauf hinweisen, daß dasjenige, was man gewöhnlich als äußere Religionsübung betrachtet, mit der höchsten Unmoralität nicht nur bestehen kann, sondern sich sogar in der Regel damit verbündet. Man denke an die Unmoralität fast aller Priester-Herrschaften, an Rom und seine Päpste, an die Jesuiten, Wiedertäufer und protestantischen Mucker. Der Welt, wie sie jetzt besteht, kann nur ein völliger Bruch mit den alten Traditionen und eine Religion der Vernunft und Wahrheit helfen. Unter der bewußten Mitwirkung der Erkennenden muß das Gute einen schnelleren Sieg gewinnen, als er ihm durch die in ihm selbst liegenden Vortheile verbürgt ist. Die im Besitze des größeren Wissens und Könnens, der ideellen und materiellen Güter Befindlichen, müssen erkennen, daß in der Entäußerung und Entsagung, in

dem bis zur Selbstverläugnung führenden Streben, das Glück Anderer zu erhöhen, die höchste Befriedigung und Glückseligkeit, die sie erringen können, beruht. Die Nothwendigkeit des Altruismus als der höchsten Stufe des Egoismus muß wissenschaftlich begründet werden.

Darum aber erscheint es uns als die größte Sünde gegen den Fortschritt, dieses allgemeinste Gesetz der organischen Welt, die Erkenntniß der Wahrheit eindämmen zu wollen. Ein weltliches oder geistliches Regiment, welches die Freiheit der Rede und Schrift, womöglich des Gedankens zu beschränken sucht, sündigt, indem es die Arbeit von Jahrhunderten am menschlichen Gehirne zu vernichten strebt, wider die Natur, welche von solcher Beschränkung nichts wissen will und an geistigen Eunuchen ebensowenig Freude haben kann, als an körperlichen. Rochow, als er das berüchtigte Wort vom beschränkten Unterthanenverstand erfand, traf wider Willen den richtigen Ausdruck, denn beschränkt ist nichts von sich selber, sondern nur durch äußern Zwang und Druck. Aber diejenigen irren, welche da glauben, man könne den Verstand mit einigen kräftigen Kurbelbewegungen noch heute um mehrere Jahrhunderte zurückschrauben, ihn auf jene Durchschnittsstufe älterer Zeiten bringen, auf der ihm priesterliche Vormundschaft und väterliche Despotie zum wahren Segen gereichte. Der heutige Volksgeist vermag nur in der Selbstregierung Befriedigung zu finden. Auch hier herrschen Naturgesetze.

Beschäftigen wir uns einen Augenblick mit dem Menschen der Zukunft. Zunächst soll er für sich ein menschenwürdigeres Dasein erstreben. Er muß die Krankheitsursachen besser zu bekämpfen und zu vernichten suchen, er muß die schädlichen Thiere mehr und mehr ausrotten, Armuth und Verbrechen beschränken, indem er durch bessere Gesetze der wehrlosen Thierwelt, den Armen und Besitzlosen ihr Dasein erleichtert und die Reichen an einer gewissenlosen Ausbeutung fleißiger Arbeiter verhindert und vor Allem für wahre Bildung sorgt, er muß die Waffe der Hand entreißen und den Kampf, dieses unentbehrliche Kulturmoment, geistig weiter zu führen suchen — so weit dies eben möglich ist. Das sind Ziele, die mehr als zwei Flügel gelten. Gewiß, die Erde könnte jenes Eden sein, welches die Dichter, diese wahren und einzigen Propheten, stets erträumt haben. Die Künstler in der That sind es allein, welche diese Zukunft erschaut haben und beschreiben können. Sollte der Geist in seiner Vervollkommung bis zu einem gewissen Grade im Stande sein, die äußern Formen, die ihn umschließen, mit sich zu veredeln, — eine Erscheinung, die man ja häufig an Denkerstirnen zu gewahren glaubt, so würde diese Verschönerung gewiß im Sinne eines Phidias und Raphael geschehen. Denn das Wesen der Kunst scheint in Wahrheit in einer Anticipation der Naturwege zu bestehen, und was wir das Ideal nennen, ist nicht eine bloße Begriffsverallgemeinerung, sondern eine Fortbildung des Begriffs. Wenn ein Künstler sich damit begnügt, das in der Natur Gegebene einfach zu wiederholen, so geht er nicht ein auf den Plan der lebendigen Natur und sein Werk bleibt

todt. Bildet er im Gegentheil ganz willkürliche Formen, so ist es noch schlimmer. Er muß vorwärts eilen und seinem Genius wie einem Wegweiser folgen. Erscheint das Kunstwerk nicht selber wie ein lebendiges Wesen, welches als unmerklicher Keim im Geiste auftaucht, und durch eine Reihe von Formen zu der letzten Gestalt, die ihm bleibt, sich entwickelt? Kann man nicht auch hier von beginnenden und erlöschenden Arten, von Formen, die eine Zukunft haben im Kampfe ums Dasein, sprechen? Die Kunst, sagte Albert Dürer, liegt wahrhaftig in der Natur, wer sie heraus kann reißen, hat sie.

Aber in der Natur liegt auch alles Wissen, und der menschliche Geist ist nichts als ein mehr oder weniger getreuer Verkleinerungsspiegel, der ihr Bild zurückstrahlt. Die kritische Philosophie hat es unwahrscheinlich zu machen gesucht, daß dieses Bild jemals ein ganz getreues sein könne, und es ist gewiß, daß kein Bild der Wirklichkeit gleichen kann. Allein im Grunde sind es doch die Naturgesetze selber, welche diesen Geist erschufen, und in ihm wirken dieselben Kräfte der Welt. Sie haben ihn aus einem tiefen Schlummer erweckt, vom Leben zur Empfindung, von der Empfindung zum Bewußtsein, von dem Instinkte zur Ueberlegung geführt und seitdem ist der Mikrokosmus in einer beständigen innern Läuterung und Klärung begriffen; immer reiner erscheinen die Umrisse des Weltbildes und die Nebel schwinden. Wir sehen das am meisten in der Betrachtung unseres Gegenstandes. Seit einem halben Jahrhundert hat der menschliche Geist im Studium der Erdgeschichte eine neue Welt von Anschauungen gewonnen, Erkenntnisse die ihn im Innersten berühren müssen, da sie seine Heimath, sein Wesen selbst angehen. Man kann kaum annehmen, daß dies Alles ohne eine merkliche Einwirkung auf sein ganzes Denken bleiben sollte, daß nicht der Mensch zu neuen Gedanken fortschreitend, aus dem ewigen Wiederholen des Längstgedachten einmal herauskommen sollte, um sich an schwierigere Aufgaben zu wagen. Und wir dürfen uns fragen, wohin eilt dieses Geisteswachsthum endlich? Wird unser Begriffsvermögen damit selbst erweitert werden, daß wir einst Vorstellungen, denen wir bisher in keiner Weise gewachsen waren, wie die von der Unendlichkeit des Raumes und der Zeit bewältigen werden? Unsere heutigen Vorstellungen von den Naturerscheinungen, werden sie vielleicht dem Zukunftsmenschen einst ebenso kindlich naiv vorkommen, wie uns so manche Fabel und naturhistorische Mythe des Alterthums? Jedenfalls darf uns das bisher Erreichte zu den größten Hoffnungen ermuthigen. Vor kaum hundert Jahren kehrte noch der Scharfsinn eines Kant muthlos vor dem Problem der lebenden Schöpfung um, und jetzt, nachdem es halb gelöst, sollte der Forscher verzweifeln und ein Ignorabimus gläubig nachsprechen? Seit die Naturforschung den ihr allein angemessenen Weg ergriffen hat, ist kaum ein halbes Jahrtausend dahingegangen und die Arbeitszeit unendlicher Jahrtausende öffnet sich vor ihr. Wir glauben nicht, daß soviel Zeit nothwendig sein wird, die Entwickelung zu begreifen, wie nothwendig gewesen ist, sie zu vollenden. Wären es nicht die Natur-

kräfte selbst gewesen, die den Geist gebildet hätten, so würde man triftige Ursache haben, seine Zukunft in Frage zu ziehen, wie aber die Sache liegt, muß man ihn für befähigt halten, die Natur, deren innere Anschauung er ist zuletzt völlig zu durchdringen.

Jedenfalls würde der Gedanke, daß wir jetzt auf dem End- und Gipfelpunkte des Wissens und Seins angekommen seien, ein sehr kurzes Gesicht verrathen. Wir würden lächeln über die Beschränktheit des Menschen, der nun behaupten wollte, weiter könne es nicht gehen, über die Telegraphen und Eisenbahnen hinaus gäbe es keinen Fortschritt mehr. Der Naturforscher empfindet keinen Schmerz bei dem Gedanken, daß ein höherer Geist, an dessen Heranbildung er selbst arbeitet, die Welt beherrschen und über seine Arbeit weit hinausgehen werde. Es ist ihm vielmehr eine Erhebung, zu denken, daß diesem dann ein tieferes, gereinigtes Verständniß des Seins innewohnen werde. So stellt auch die Wissenschaft Verheißungen auf, welche dem Ringen des religiösen Gefühles entsprechen. Ueber Tod und Grab hinaus erblickt sie eine bessere Welt, erhabneres Leben, schönere, weisere, glücklichere Wesen: es ist eine Hoffnung, die sich dem Menschenherzen nicht entreißen läßt.

Aber das dürfen wir nicht vergessen, daß es einen Gipfelpunkt des Erdlebens giebt, auf welchen ein Herabschreiten folgen wird. Denn daß dem Leben auf der Erde, daß dieser selbst eine ewige Dauer ebensowenig innewohnen kann, wie dem Menschen, das lehrt die Erkenntniß, daß Erde, All-Leben und Mensch einen Anfang gehabt haben. So groß auch die angesammelten Kräfte des Menschen der Zukunft sein werden, wenn einst nach Millionen von Jahren die Sonnenstrahlen ihre wärmende Kraft verloren haben werden, wird auch der Mensch der auf ihn eindringenden Kälte des Weltraums nicht zu entrinnen im Stande sein. Dieser Zeitpunkt mag außerordentlich fern sein, es mag ein theilweiser Ersatz der ungeheuren, alljährlich von der Sonne ausgestrahlten Wärmemenge stattfinden: der Naturforscher glaubt ebenso fest wie der Bibelgläubige an einen jüngsten Tag. Und sollten die Bewohner der Erde nicht vor Kälte zu Grunde gehen müssen, so würde ihrer vielleicht ein noch volksthümlicherer Flammentod warten, denn es ist sehr wahrscheinlich, daß die Planeten in Spirallinien nach dem Mutterschooße, von dem sie ausgegangen sind, zurückkehren, wenn nämlich durch die kleinen Hindernisse ihres Weges die Kraft ihrer Bewegung sich soweit vermindert haben wird, daß die Anziehungskraft ein Uebergewicht über die Schwungkraft gewinnt. Zunächst kann in dieser sehr langsamen Annäherung eine Verlängerung des Lebens gegeben sein, sofern die immer sparsamer entsendeten Wärmestrahlen der Sonne von dem genäherten Planeten vollständiger aufgefangen würden, und selbst der Umstand, daß die Erde erst das dritte Opfer der, wie Saturn, ihre eigenen Kinder verzehrenden Sonne sein würde, könnte durch daß bei den früheren Planetenstürzen erneuete Sonnenfeuer das Erdleben stets noch um

einige Fristen verlängern. Wenn es irdischen Astronomen vergönnt sein sollte, diesen in unendlicher Zeitferne stehenden Vorgang, wie Merkur eines Tages in dem Sonnenschooße verschwindet, um nie mehr wiederzukehren, zu beobachten, so würden sie an dem Aufflackern der Sonne erkennen, daß die Zeiten sich erfüllen und daß das Greisenalter der Erde herannaht. Aber das Leben der Erde dürfte schon vorher geschwunden sein, denn es läßt sich annehmen, daß ihr Inneres, dem unendlich langsamen Erkalten desselben entsprechend, endlich alles Wasser der Erdoberfläche und die Luft, diese beiden Lebenselemente in sich aufsaugen wird, wie der Mond es bereits gethan hat. Unmerklich nur, in Jahrtausenden meßbar, sinkt der Spiegel des Meeres, wie die Korallenbauten beweisen, die über ihn emportauchen, ohne daß anderwärts gleichviel Ufer von den Wellen verschlungen wird. Sehr ungewiß erscheint es also, ob die Sonne ein Opfer mit Leben auf demselben empfangen wird, oder einen kalten erstarrten Erdklumpen, um ihn noch einmal an ihrem Busen zu erwärmen. In diesem Sinne erscheint uns der Mond, wie ihn uns die Fernröhre zeigen, mit seinen hohen, kaum mehr durch Luft und Feuchtigkeit verwitternden Kraterbergen, mit seiner Todtenstille, wie ein Zukunftsbild des dereinstigen Zustandes der Erdoberfläche.

Viel weniger zu besorgen scheint eine andere Möglichkeit zu sein, welche die Erde noch vor dem Erreichen ihres Greisenalters dahinraffen könnte, obwohl sie öfter als irgend eine andere den Menschen Anlaß zu Befürchtungen gegeben hat, das Zusammenrennen mit irgend einem fremden, die Erdbahn kreuzenden Himmelskörper. In den letzten Jahrhunderten ist kaum eine auffallendere Kometenerscheinung vorübergegangen, ohne das Bedenken, daß das „Ende der Welt" durch sie herbeigeführt werden könnte, wachzurufen. Man hat sogar Kometen zu Hülfe gerufen, um die kleineren Erdumwälzungen der Vorzeit, die Sintfluth u. s. w. durch ihre Zwischenkunft zu erklären. Wir müssen allerdings zugestehen, daß ein solches Zusammenlaufen der Erde mit andern Weltkörpern von keinem Astronomen als völlige Unmöglichkeit hingestellt wird, indessen grade diejenigen Weltkörper, welche bisher einzig als Eindringlinge in unser Sonnensystem beobachtet worden sind, die Kometen, scheinen den Planeten wegen der Dünnheit ihrer Massen nur wenig Gefahren zu bieten. Den Schweif dieser Zigeuner des Weltraums hat die Erde in jüngerer Zeit öfter passiert, ohne daß ihre Bewohner gespürt haben, wie sie von der „feurigen Ruthe" gefegt wurden. In andern Fällen haben die Kometenbahnen zwar wiederholt durch planetarische Begegnungen beträchtliche Störungen erfahren, niemals aber, soweit die Beobachtung reicht, die Planetenbahnen selbst. Dagegen scheinen Zusammenstürze soliderer Gestirne öfter beobachtet worden zu sein, und schon Newton glaubte das Auftauchen neuer Sterne, oder vielmehr die plötzliche und vorübergehende Helligkeitszunahme einiger Fixsterne auf derartige Weltkatastrophen zurückführen zu dürfen. Aber aus der Zeitkürze, welche diese Helligkeitszunahme in den meisten Fällen dauerte,

läßt sich schließen, daß es auch hierbei gewöhnlich nur um die unvermeidliche Wiedervereinigung eines Planeten mit seinem Muttergestirn und nicht um den Zusammensturz zweier Sonnen gehandelt habe. Das ungeheure Alter, welches die Erde bereits erreicht hat, giebt der Wahrscheinlichkeit Anhalt, daß sie auch künftig ihren Weg unangefochten fortsetzen und eines natürlichen Todes sterben werde. Derartige Zufälle werden in irgend einem Theile des Weltraumes am meisten die jüngeren Weltkörper bedrohen, bis als Ergebniß zahlreicher heftiger Begegnungen und Vereinigungen die Bahnen daselbst gesäubert sind, und dann erst wird eine Lebewelt Zeit finden können, sich ungestört von solchen Einflüssen zu höheren Formen hinauf zu entwickeln. Die oft bewunderte Zweckmäßigkeit des Weltbaues, in welcher die verschiedenen durcheinandergeschlungenen Bahnen sich gefahrlos kreuzen; würde also auch nichts weiter sein, als das Erzeugniß eines Kampfes um's Dasein am Himmel, wie ihn Carl du Prel des Nähern ausgemalt hat.

Dennoch ist es ein schwermüthiger Gedanke, daß die Erde just zu Grunde gehen muß, nachdem sich ihre Menschheit vielleicht zur höchsten Stufe emporgerungen hat. Allein diese Melancholie schlägt in eine Beruhigung um, wenn wir dem Gedanken philosophisch näher treten. Wer von der Wahrheit des Dichterwortes durchdrungen ist, daß Alles was entsteht, werth ist, daß es zu Grunde geht, kann darin nichts Entmuthigendes finden. Was gäbe es sonst Schmerzlicheres, als zum Lichte geboren zu werden, da wir doch mit der größten Genauigkeit wissen, daß jedes junge Menschenleben nach höchstens hundert Jahren in den allgemeinen Mutterschooß der Erde zurückkehrt. Und war dieses kurze Dasein bisher werth des Strebens und genossen zu werden, so wird es dies künftig noch mehr sein, denn das vernünftige Leben hat kaum angefangen und seine Steigerung ist unabsehbar. Jene goldene Zeit, welche die Alten in einer längst begrabenen Vorzeit suchten, liegt vor unsern Blicken, wenn die Kraft des Weiterstrebens nicht ermattet. Nichts wäre verkehrter, als auf die Erkenntniß des Weltendes ein System des Pessimismus begründen zu wollen, welches die kläglichste aller Weltanschauungen in sich schließt. Denn die Gewißheit unseres Todes wie des Erdendes sind Thatsachen, die allein geeignet sind, uns den Werth des Lebens eindringlicher zu machen. Zur Genußsucht würden sie nur in dem Falle auffordern, wenn diese je ihr Ziel erreichen könnte. Ich glaube, daß sich in der Reihe der Wesen, und in der Geschichte der Welt das Beseeligungsvermögen erweitert hat und sich noch weiter vertiefen wird im Menschen der Zukunft. Allein in demselben Verhältniß wie die Empfänglichkeit für die Freude, muß diejenige für den Schmerz zunehmen, so daß hierin ein Gleichgewicht bestanden hat von Anfang an und immer bestehen wird. Die Pflanze ist nicht der Lustempfindung fähig, welche das Thier in den Höhepunkten seines Daseins durchkostet, sie ist auch von Schmerzen verschont. Nichts zwingt uns anzunehmen, daß das niedere Thier einer starken Schmerzempfindung fähig sei. Der Arme kennt nicht die Ge-

nüsse des Reichen, er kennt auch seine Langeweile und Uebersättigung nicht. Jener ist weder so unglücklich wie der Begüterte mitunter annimmt, noch dieser so glücklich, wie jener vermuthet. Das mittlere Maß des Glückes ist darum gleichmäßiger in der Welt vertheilt, als es den Anschein hat, und eine „prästabilirte Harmonie" ist in dieser Beziehung wirklich in den Dingen gegeben. Es kann sich nur darum handeln, dieses mittlere Maß dadurch zu erhöhen, daß wir den sich in der Welt des Fortschrittes beständig steigernden Gegensatz der Lust- und Schmerzempfindung gegen einander herabzumindern suchen, um zu jener ruhigen Heiterkeit zu gelangen, welches das Ziel aller wahren Religiosität und Philosophie darstellt. Indem eine solche Weltanschauung die Freude an der Natur und Kunst vertieft und dem Menschen gleichsam die Genüsse mehrerer Welten zugänglich macht, der gewöhnlichen Sinneslust aber ihre zerstörende Energie raubt, indem sie ihn ferner den Beängstigungen des Aberglaubens entzieht und ihn gegen Unglück und Mißgeschick stark macht, erhöht sie die Freude am Dasein und treibt den Menschen an, dem allgemeinsten Gesetze der lebenden Welt, dem Fortschritte, weiter zu huldigen. Er vollbringt dies durch die Arbeit, welche, weit entfernt ein Fluch für die Menschheit zu sein, wie die Bibel es auffaßt, vielmehr den Segen darstellt, durch den aus dem Thiere der Mensch hervorgegangen ist, und der allein im Stande ist, auch den an der Spitze der Kultur stehenden Menschen zu befriedigen. Niemand führt ein unglücklicheres Dasein, als wer an der Arbeit, sei es auch nur an der Arbeit an sich selber, keine Lust empfindet, denn seinem Dasein fehlt der höchste Inhalt des bewußten Lebens, das Anstreben selbst gesetzter Ziele durch unermüdete Thätigkeit, und wehe ihm, wenn ihn verschuldetes oder unverschuldetes Unglück heimsucht. Die Zukunft mag ihn mit Hoffnungen erfüllen, aber für die Gegenwart giebt es nur einen über Alles hinweghelfenden Trost — Arbeit und Weiterstreben.

Es ist nach Alledem, wie mich dünkt, nicht so schwer, den Standpunkt zu finden, von welchem das Ende der Erde einen harmonischen Abschluß in dieser Welt der Umwandlungen bildet. Der Gedanke des persönlichen Todes ist ein viel schwererer (weil wir uns als Leidtragenden an unserem eigenen Grabe vorstellen und den Schmerz der Ueberlebenden vielleicht mit allzustarken Farben malen) als die allgemeine Rückkehr von der bewußten Arbeit zur unbewußten Thätigkeit, denn am Grabe der Erde steht kein Leidtragender. Es müßten denn die Bewohner des Mars oder Jupiter sein, und ihren Schmerz brauchen wir uns nicht besonders stark vorzustellen. Und wenn das Leben der Erde, wie das des Mondes, durch Aufsaugung ihrer Luft- und Wasserhülle schon nach einigen Jahrmillionen und früher als das Licht der Sonne erlöschen sollte, so wird es vielleicht erst auf dem Jupiter beginnen, und dann auf den Planeten einer andern Sonne, die jetzt noch als Nebelfleck kreist, so daß die Welt niemals ohne Leben sein wird.

Anders werden wir uns zu der Frage stellen müssen, ob auch die ge-

sammte Welt wie die Erde einem Ruhezustande entgegengehe. Diese Frage ist von den ältern, mit der Bibel verquickten Weltanschauungen nicht behandelt worden, da sie die Erde als den Mittelpunkt der Welt, mit dieser verschmolzen und ihren jüngsten Tag daher gewissermaßen als das Weltende betrachteten. Ich sage gewissermaßen, denn man setzte die Fortdauer einer rein geistigen Welt über die Trümmer des Weltbrandes hinaus, obwohl diese rein geistige Welt niemals anders gedacht worden ist, als eine neue, verbesserte Auflage der vorigen Körperwelt. In der Vorstellung, daß das Ende des Menschen zugleich des Ende des Alls sein müßte, malte sich jene Anmaßung der alten Religionen, welche meinte, der Mensch sei der Welt unentbehrlich, wie denn sein Sündenfall die ganze Natur in Mitleidenschaft gezogen haben sollte, und wie er noch immer fortfährt, sich in allen Dingen zu spiegeln. Seit wir wissen, daß der weitaus größte Theil der uns sichtbaren Welt zur Zeit keinen menschenähnlichen Wesen das Dasein gestattet, und daß sogar die Erde nur seit einem verschwindenden Bruchtheil ihres Eigenlebens Menschen hervorgebracht hat, weicht dieser Größenwahn einer ruhigern Ueberlegung. Von einer vorurtheilsfreieren Naturbetrachtung zeugt die Annahme ägyptischer und griechischer Philosophen von der Welterneuerung in bestimmten Abschnitten von langer Dauer, in der wenigstens die Erkenntniß der Weltewigkeit gegeben war. Denn nur das Gewordene kann vergehen, nicht aber das, was von Anfang war, wie die Welt ihrer Anschauung.

In der neueren dogmatischen Philosophie hat sich der Streit, als man die Ewigkeit der Masse schließlich anerkannte, aber der Kraft das gleiche Vorrecht nicht zusprechen wollte, umgekehrt. Der große Carteſius sprach sich zuerst klar dahin aus, daß er der Welt bei ihrer Erschaffung ein großes Maß Bewegungskraft mitgetheilt sein ließ, daß sich allmählig vermindern und so allerdings einem endlichen Ruhezustande entgegen eilen müsse. Sein Schöpfer war ein ungleich vollkommneres Wesen als der Gott Cuvier's und Agaſſiz', soweit eben Carteſius ein schärferer Denker war als sie. Allein, es war dennoch nur, wie alle Gestalt annehmenden Göttervorstellungen, das Ideal ihres Bildners, der zu einem himmlischen Mechaniker verschmolzene Physiker, Mathematiker und Philosoph Carteſius. Dieser Gott des Carteſius konnte die Welt nur als ein mechanisches Kunstwerk erschaffen, eine höchst kunstreiche astronomische Uhr, deren Planeten um die Sonne rollen, und deren Monde regelmäßig ihre Phasen wechseln, bis das Gewicht abgelaufen, die Federkraft erschöpft ist. Spinoza, der so viel klarere Schüler des Carteſius konnte sich zur Annahme eines solchen Maschinengottes, welcher der Welt von außen den Anstoß ertheilt, niemals bequemen, er suchte die bewegende Kraft in der Weltsubstanz selbst und sah in ihr ein ewiges Leben. Auch in Leibniz regte sich die deutsche Tiefe gegen die Roheit einer derartigen Weltanschauung. Er stellte dem Grundsatze von der Ewigkeit der Masse zuerst die Ahnung von der Unsterblichkeit der Kraft entgegen, und erläuterte ihr scheinbares Verschwinden

durch das treffliche Beispiel des Umsatzes eines größeren Geldstücks in kleinere Münze mit anderem Gepräge. Wenn die Welt ein mechanisches Kunstwerk sei, worauf ja die Forschungen eines Galilei, Kepler, Newton, in gewisser Weise hindeuteten, so müsse es wenigstens ein solches sein, welches sich nach dem Ablaufen selber wieder aufziehe, wie ein Lebewesen, welches das Gleichgewicht seiner durch Arbeit erschöpften Kräfte durch die Ernährung wiederherstellt. Die Betrachtung der Welt als eines Riesenorganismus, wie sie uns in einigen Gesprächen Plato's bereits entgegentritt, wurde so von Leibniz neu belebt und vielleicht war er in dieser Richtung glücklicher, als in mancher andern. Zwar ist seine Ansicht zu einem Siege bis jetzt nicht gelangt. Im Gegentheil, die neuere Physik hat sich trotz allseitiger Bestätigung des von Leibniz geahnten Gesetzes von der Unsterblichkeit der Kraft gleichwohl in ihren Schlüssen über das Schicksal des Weltganzen an Cartesius angeschlossen. Sie giebt zu, daß die Summe der Kräfte im Weltganzen, die sogenannte Energie der Welt, zu allen Zeiten dieselbe gewesen sei und in aller Zukunft bleiben müsse, aber sie glaubt, daß die Umwandlung der Kräfte in einander nur in einer bestimmten Richtung und nicht umgekehrt vor sich gehen könne. Machen wir uns diesen Weg einmal klar. In dem uranfänglichen Chaos mußte diese Summe der jetzt vorhandenen Kräfte vorhanden sein, gab sich aber nur in einem Umherwirbeln der kleinsten Theile kund. Von dem Augenblick der ersten Verdichtungen im Chaos, durch welche nichts hinzukam, nichts wegging an Kräften, begann eine langsame Umwandlung der Molekularbewegungen in Licht, Wärme und Massenbewegungen. Der bloße Verdichtungsproceß, einmal begonnen, schafft immer heißer und leuchtender werdende Nebelmassen, die nach weiter gegangener Verdichtung aus der Ferne aufeinander stürzen und bei excentrischem Stoß in schnellste Drehung versetzen. Damit ist im einfachen Verfolg der einmal begonnenen Bewegung die Bildung von Stern- und Planetensystemen gegeben, wie sie am Eingange dieser Darstellungen geschildert wurde. Erst wenn dieser Vorgang einen bedeutenden Vorsprung hat, beginnt eine neue Kraftwandlung, die Entfaltung der chemischen Kräfte. Sie ist das niedere Vorspiel einer höchsten Kraftoffenbarung, derjenigen von lebendigen und geistigen Kräften.

Wie es aber einen Höhepunkt der gesammelten Wärme und mechanischen Spannkraft in der Welt gab, so geht es auch von den Höhepunkten der chemischen und geistigen Kraft abwärts einem bestimmten Ziele zu. Dieses Ziel ist für uns Lebende besonders durch das Verhalten der Wärme charakterisirt. Die Sonnenwärme, durch deren Kraft die organische Schöpfung angeregt und unterhalten wurde, zerstreut sich ebenso im Weltall, wie jede andre irgend einem Verdichtungspunkte entströmende Wärme, ohne wieder gesammelt zu werden. So eile die Gesammtheit aller Naturprocesse beständig einer Art Schlummer zu, die nicht als allgemeiner Tod oder Stillestand aufgefaßt werden dürfe, aber aus welcher doch nur eine fremde Kraft den früheren Zustand

wiedererwecken könnte. Dieser Endzustand, welcher aus dem Grunde unvermeidlich sein soll, weil weder Wärme vollständig in mechanische Kraft rückverwandelt, oder das Umgekehrte stattfinden kann, würde durch das sichere Wachsthum der dadurch bedingten Differenzgröße in's Unendliche, der sogenannten Entropie von Clausius sicher bedingt, und so gelangt die mechanische Wärmetheorie genau zu demselben Ergebnisse wie der Mathematiker Cartesius ohne dieselbe; das Uhrwerk läuft ab und muß neu aufgezogen werden.

Es wäre wohl nichts daran zu beklagen, wenn auf das Ende des Lebens, und der jetzigen Weltkörper auch dasjenige der Welt folgte; der Mensch, den die Philosophie des täglichen Lebens dahin gebracht hat, für sich zu entsagen, würde nur einer geringen geistigen Anstrengung bedürfen, um auch freiwillig wie Goethe sagte, „in Ganzen zu resigniren." Gleichwohl können wir uns keineswegs jener Ansicht unserer berühmtesten Physiker rückhaltlos anschließen. Wenn schon die Schlüsse auf die Vergangenheit der Welt ihre Schwierigkeit haben, so sind die auf die Zukunft noch ungleich übler daran, und wir fürchten, daß der Schluß, von der Unmöglichkeit, gewisse Naturkräfte ohne Verlust rückwärts zu verwandeln, einen logischen Fehler verbirgt. Was im Laboratorium unmöglich ist, braucht es nicht in der Welt zu sein. Wenn die Energie der Welt immer dieselbe bleibt, so ist es unbegründet zu sagen, daß die Welt kein sogenanntes Perpetuum mobile sein könne. Ueberzeugt, daß die heutige Wissenschaft noch nicht im Besitz ausreichender Mittel ist, dieses Problem zu lösen, bekennen wir uns vorläufig zu der schöneren Auffassung des Poeten:

. . . . . .

Doch aus dem Wrack des Weltensturzes steigt,
Auf's Neu das Leben, neue Formen zeigt
Natur, die ew'ge, die auf Flammenschwingen
Dem Weltenbrand sich phönixgleich entringen.

Berichtigungen.

Seite	67,	Zeile 40	lies Sueſs ſtatt Süß.
„	95,	„ 33	lies Harting ſtatt Hartig.
„	96,	„ 15	ſtreiche Calcium.
„	149,	„ 23	lies KI ſtatt KL.
„	273,	„ 13	lies Schichten ſtatt Lichten.
„	406,	„ 2	lies Stegocephalen ſtatt Steganocephalen.
„	415,	„ 1	lies XIV ſtatt VIX.
„	432,	„ 9 und 10	lies Rhamphorhynchus ſtatt Ramphorhynchus.
„	440,	„ 6	lies Pelorosaurus ſtatt Pelosaurus.
„	752,	„ 34	lies Rhadamanthus ſtatt Radamanthus.

Berlin, Druck von W. Büxenſtein.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 104627549